དབང་རྒྱའི་ཚན་རིག་གི་སྔོན་འགྲོའི་སློབ་དེབ་དང་པོ།

ཨེ་མོ་རི་དང་བོད་ཀྱི་ཚན་རིག་ལས་རིམ།

འདུ་ཤེས་དང་མཐོང་ཚོར།

EMORY UNIVERSITY

LIBRARY of Tibetan Works & Archives

ཨེ་མོ་རི་གཙུག་ལག་སློབ་གཉེར་ཁང་དང་བོད་ཀྱི་དཔེ་མཛོད་ཁང་ཐུན་མོང་ནས་པར་སྐྲུན་འདོན་སྤེལ་བྱས།

ETSI Neuroscience Primer I

Perception & Vision

Written and organized by **Dr. Arri Eisen**
Translated by **Geshe Dadul Namgyal**

Emory - Tibet Science Initiative

SCIENCE PRIMERS

དབང་ཕྱུའི་ཚན་རིག་གི་སྔོན་འགྲོའི་སློབ་དེབ་དང་པོ།

འདུ་ཤེས་དང་མཐོང་ཚོར།

སློབ་དཔོན་ཨ་རི་ཨཡི་ཛོན་གྱིས་བརྩམས།
དགེ་བཤེས་དགྲ་འདུལ་རྣམ་རྒྱལ་གྱིས་བསྒྱུར།

ཨེ་མོ་རི་དང་བོད་ཀྱི་ཚན་རིག་ལས་རིམ།

ཚན་རིག་གི་སྔོན་འགྲོའི་སློབ་དེབ།

(སློབ་དེབ་འདི་ནི་ཨེ་མོ་རིའི་སློབ་དཔོན་རྣམས་ཀྱིས་རྩོམ་སྒྲིག་མཛད་ཅིང་། ཨེ་མོ་རི་དང་བོད་ཀྱི་དཔེ་མཛོད་ཁང་གཉིས་ཀྱིས་བོད་བསྒྱུར་ཞུས།)

ལས་གཞི་འདི་ནི་རྒྱ་གར་ཛ་རམ་ས་ལར་ཡོད་པའི་བོད་ཀྱི་དཔེ་མཛོད་ཁང་དང་། ཨ་རིའི་མངའ་སྡེ་ཇོར་ཇི་ཡའི་གྲོང་ཁྱེར་ཨེ་ཊེ་ལན་ཊར་ཡོད་པའི་ཨེ་མོ་རི་གཙུག་ལག་སློབ་གཉེར་ཁང་གཉིས་ཀྱི་མཉམ་འབྲེལ་གྱི་ལས་གཞི་ཞིག་ཡིན།

(Book authored by Emory faculty with Tibetan translation created by Emory and LTWA)

A joint project of the Library of Tibetan Works and Archives, Dharamsala, India and Emory University, Atlanta, Georgia.

གཙོ་འགན་རྩོམ་བྲིས་པ།	ཨ་རི་ཨཡི་ཛེན།
རྩོམ་སྒྲིག་རམ་འདེགས་པ།	ཝེནཌི་ཧེ་སེན་ཀེམཔ་དང་ཁེ་རོལ་ཝོརཐ་མེན།
ཡིག་སྒྱུར་བ།	དགེ་བཤེས་དགྲ་འདུལ་རྣམ་རྒྱལ།
འགྱུར་ཡིག་ཞུ་དག་པ།	བརྩོན་འགྲུས་བསམ་འཕེལ།
རྒྱབ་ཤོག་དང་ཇུས་འགོད།	སྒོ་དམར་སངས་རྒྱས་བཀྲ་ཤིས།

Written by:	Arri Eisen
Edited by:	Wendy Hasenkamp and Carol Worthman
Translated by:	Geshe Dadul Namgyal
Translation Revised by:	Tsondue Samphel
Layout and design by:	Sangey Tashi (Gomar)

སྔོན་གླེང་དང་ལེགས་གསོལ།

Foreword and acknowledgements

THE DALAI LAMA

FOREWORD

Despite their obvious differences, science and Buddhism share several key features in common. Both are committed to empirical observation, the testing of hypotheses, avoiding blind adherence to dogma, and cultivating a spirit of openness and exploration. Most importantly, Buddhism and science share as a fundamental aim the contribution they can make to humanity's well-being. While science has developed a deep and sophisticated understanding of the material world, the Buddhist tradition has evolved a profound understanding of the inner world of the mind and emotions and ways to transform them. I have no doubt that improving collaboration, dialogue and shared research between these two traditions will help to foster a more enlightened, compassionate, and peaceful world.

I have long supported the introduction of a comprehensive science education into the curriculum of the traditional Tibetan monastic educational system. When I first heard that Emory University proposed to develop and implement such a science education program for Tibetan monks and nuns in collaboration with the Library of Tibetan Works and Archives, I thought it would take many years. When I visited Emory University in October 2007, I was genuinely surprised to be presented with the first edition of a science textbook for Tibetan monks and nuns, the result of more than a year's work by a team of dedicated scientists and translators at Emory.

By extending the opportunities for genuine dialogue between science and spirituality, and by training individuals well versed in both scientific and Buddhist traditions, the Emory-Tibet Science Initiative has the potential to be of great meaning and significance to the world at large. Once more, the creation of this primer series, presented in both Tibetan and English, is a clear tribute to the commitment and dedication of all those involved in this project. With the preparation having been done with such care, I am confident that the long-term prospects for this project are bright.

I congratulate my friend Dr. James Wagner, President of Emory University, the science faculty and translators of the Emory-Tibet Science Initiative, and everyone who has lent their support to this project for achieving so much in such a short time and offer you all my sincere thanks.

4 October 2010

Translation

THE DALAI LAMA

སྔོན་གླེང་།

ཚན་རིག་དང་ནང་ཆོས་གཉིས་དབར་མངོན་གསལ་དོད་པའི་ཁྱད་པར་ཡོད་པ་དེ་ལྟར་ཡང་། འདི་གཉིས་ཀར་གནད་ཆེ་བའི་ཁྱད་ཆོས་ཐུན་མོང་བ་ཡང་མང་དག་ཅིག་ཡོད་པ་སྟེ། ཕྱོགས་གཉིས་ཀས་མྱོང་བ་མངོན་སུམ་ལ་བརྟེན་པའི་འཚོལ་ཞིབ་བྱེད་པ་དང་། ཚོད་རྩིས་ལ་དངོས་བཤེར་བྱེད་པ། ལྟ་གྲུབ་ལ་རྙོངས་ཞེན་སྤོང་བ། དཀྱིལ་ཡངས་དང་འཚོལ་ཞིབ་ཀྱི་སྙིང་སྟོབས་སྐྱེད་པ་བཅས་ལ་ཚད་འཛིན་བྱེད་པ་དེ་རེད། དེ་བས་ཀྱང་གལ་ཆེ་བ་ཞིག་ནི་ནང་ཆོས་དང་ཚན་རིག་གཉིས་ཀར་མིའི་རིགས་ཀྱི་བདེ་ཐབས་ཐད་རང་ནུས་གང་ཡོད་ཀྱིས་ཞབས་འདེགས་ཞུ་རྒྱུའི་གཞི་རྩའི་དམིགས་ཡུལ་འདི་གཅིག་མཚུངས་སུ་ཡོད་པ་དེ་རེད། ཚན་རིག་ལ་ཕྱིའི་དངོས་པོའི་འཇིག་རྟེན་ཐད་ལ་གཏིང་ཟུགས་ཤིང་གཞན་དྲིང་མི་འཇོག་པའི་གོ་རྟོགས་ཤིག་རྙེད་ཡོད་པ་དང་དུས་མཚུངས་སུ། ནང་པའི་ལྟ་གྲུབ་ལ་ཡང་ནང་སེམས་ཀྱི་འཇིག་རྟེན་དང་སྤྱོད་ཚོར། དེ་དག་བློ་སྦྱོང་བྱེད་ཐབས་སོགས་ཀྱི་ཐད་ལ་ཟབ་ཅིང་བརླིང་བའི་གོ་རྟོགས་རྙེད་ཡོད། དེར་བརྟེན། སྲོལ་རྒྱུན་འདི་གཉིས་དབར་གྱི་མཉམ་ལས་དང་། བགྲོ་གླེང་། མཉམ་དཔྱོད་ཀྱི་བྱ་གཞག་སོགས་གོང་འཕེལ་གཏོང་བ་བརྒྱུད་ནས་ད་ལྟ་ལས་ཀྱང་གོ་རྟོགས་གསལ་ཞིང་། སྙིང་རྗེས་ཁྱབ་པ། ཞི་བདེ་ཅན་གྱི་འཇིག་རྟེན་ཞིག་བསྐྲུན་ཐུབ་པར་ང་ལ་ཐེ་ཚོམ་མི་འདུག

བོད་ཀྱི་དགོན་སྡེ་ཁག་གི་རྒྱུན་སྲོལ་ཤེས་ཡོན་ལམ་ལུགས་ཀྱི་སློབ་ཚན་ཁྲོད་དུ་ཚན་རིག་གི་སློབ་ཚན་ཆ་ཚང་བ་ཞིག་ངོ་སྤྲོད་བྱེད་རྒྱུའི་ཐད་ལ་ངས་དུས་ཡུན་རིང་པོ་ཞིག་ནས་རྒྱབ་སྐྱོར་བྱས་པ་ཡིན། ད་ཐོག་ཨེ་མོ་རི་གཙུག་ལག་སློབ་གཉེར་ཁང་དང་བོད་ཀྱི་དཔེ་མཛོད་ཁང་གཉིས་མཉམ་འབྲེལ་གྱིས། བོད་ཀྱི་གྲྭ་བཙུན་རྣམས་ལ་ཚན་རིག་སློབ་སྦྱོང་གི་ལས་རིམ་ཞིག་འཆར་འགོད་དང་ལག་བསྟར་བྱེད་རྒྱུ་ཡིན་སྐོར་ཐོས་སྐབས། དེ་ནི་ལོ་མང་འགོར་རེས་ཀྱི་ལས་གཞི་ཞིག་རེད་བསམས་བྱུང་། དེ་ནས་༢༠༠༧ལོའི་ཟླ་༡༠ པའི་ནང་ང་རང་ཨེ་མོ་རི་གཙུག་ལག་སློབ་གཉེར་ཁང་ལ་བསྐྱོད་སྐབས། ལོ་གཅིག་ལྷག་ཙམ་གྱི་དུས་ཡུན་ནང་ཨེ་མོ་རི་གཙུག་ལག་སློབ་གྲྭའི་ཆེད་ལས་ཚན་རིག་པ་རྣམས་དང་ལོ་ཙཱ་བ་རྣམས་ཀྱིས་འབད་པ་བྱས་པའི་གྲུབ་འབྲས་ཏེ། གྲྭ་བཙུན་རྣམས་ལ་ཆེད་དུ་བསྒྲིགས་པའི་ཚན་རིག་སློབ་དེབ་ཐོག་མ་དེ་བསྟན་བྱུང་བས། དངོས་གནས་ཡིད་མ་ཆེས་པ་ལྟ་བུ་ཞིག་བྱུང་།

ཨེ་མོ་རི་དང་བོད་ཀྱི་ཚན་རིག་ལས་རིམ་འདིས་ཚན་རིག་དང་ནང་དོན་རིག་པའི་དབར་དོན་དམ་གྱི་བགྲོ་གླེང་ཡོང་བའི་གོ་སྐབས་བསྐྲུན་པ་དང་། ཚན་རིག་དང་ནང་རིག་པ་གཉིས་ཆར་བྱང་ཆུབ་པའི་སྐྱེ་བོ་སྐྱེད་སྲིང་བྱེད་པ་བཅས་བརྒྱུད་ནས། འཛམ་གླིང་སྤྱི་ལ་གལ་འགངས་ཆེ་བ་དང་དོན་སྙིང་ལྡན་པའི་ལས་རིམ་ཞིག་ཏུ་འགྱུར་བའི་ནུས་པ་ལྡན་ཡོད། ད་ཆ་སྐབས་ཡང་བོད་དབྱིན་ཤན་སྦྱར་དུ་ཡོད་པའི་ཚན་རིག་གི་སྟོན་འཁྲིད་སློབ་དེབ་འདི་དག་བསྒྱུར་སྐྲུན་ཐུབ་པ་འདིས། ལས་རིམ་འདིར་གཏོགས་པའི་སྐྱེ་བོ་ཀུན་གྱི་ཆོད་སེམས་དང་ལྷག་བསམ་གྱི་ཆེ་བ་གསལ་བོར་མཚོན་པ་ཞིག་རེད། འདི་ལྟའི་དོ་ཁུར་ཆེན་པོས་གྲུབ་སྒྲིག་བྱས་པས། ལས་རིམ་འདིའི་འབྱུང་འགྱུར་ནི་འོད་སྣང་ལྡན་པ་ཞིག་ཏུ་འགྱུར་རྒྱུར་ང་ལ་གདེང་ཚོད་འདུག

ངས་རང་ཉིད་ཀྱི་གྲོགས་པོ་ཨེ་མོ་རི་གཙུག་ལག་སློབ་གཉེར་ཁང་གི་གཙོ་འཛིན་སྐུ་ཞབས་ཇེམ་སེ་ཝེག་ནར་དང་། ཨེ་མོ་རི་དང་བོད་ཀྱི་ཚན་རིག་ལས་རིམ་གྱི་ཚན་རིག་སློབ་དཔོན་རྣམ་པ། ལོ་ཙཱ་བ་རྣམ་པ། གཞན་ཡང་ལས་རིམ་འདི་ཉིད་ལ་རྒྱབ་སྐྱོར་གནང་མཁན་ཡོངས་ལ་དུས་ཡུན་ཐུང་ཐུང་འདི་འདྲ་ཞིག་གི་ནང་དུ་འདི་ལྟའི་ལེགས་གྲུབ་བྱུང་བར་ལེགས་གསོལ་དང་ཐུགས་རྗེ་ཆེ་ཞུ་རྒྱུ་ཡིན།

ཏཱ་ལའི་བླ་མས།

༢༠༡༠ ལོའི་ཟླ་༡༠ ཚེས་༩ ཉིན།

EMORY

Office of the President

Education is one of the most potent tools we have for ensuring a better world for ourselves and for generations to come. To be truly effective, however, education must be used responsibly and in service to others. This ideal of an education that molds character as well as intellect is the vision on which Emory University was founded, and the challenges of our time show that the need for such education is as great as ever.

This vision is one that His Holiness the Dalai Lama shares deeply, and it is the reason for the close relationship that has emerged between His Holiness and Emory over the past two decades. On October 22, 2007, it was my pleasure and privilege to welcome His Holiness to Emory to be installed as Presidential Distinguished Professor and to join our community as a most distinguished member of our faculty.

The interdisciplinary and international nature of the Emory-Tibet Science Initiative, the most recent and ambitious project of the Emory-Tibet Partnership, is an example of Emory University's commitment to courageous leadership for positive transformation in the world. This far-reaching initiative seeks to effect a quiet revolution in education. By introducing comprehensive science instruction into the Tibetan monastic curriculum, it will lay a solid foundation for integrating insights of the Tibetan tradition with modern science and modern teaching, through genuine collaboration and mutual respect. The result, we trust, will be a more robust education of both heart and mind and a better life for coming generations.

The Emory-Tibet Partnership was established at Emory in 1998 to bring together the western and Tibetan traditions of knowledge for their cross-fertilization and the discovery of new knowledge for the benefit of humanity. This primer and its three companion primers are splendid examples of what can be accomplished by the interface of these two rich traditions. We at Emory University remain deeply committed to the Emory-Tibet Science Initiative and to our collaboration with His Holiness and Tibetan institutions of higher learning.

To the monastic students who will benefit from these books, I wish you great success in your studies and future endeavors.

James W. Wagner

James W. Wagner
President

Emory University
Atlanta, Georgia 30322
An equal opportunity, affirmative action university

Translation

EMORY | Office of the President

ཤེས་ཡོན་ནི་ང་ཚོ་རང་ཉིད་དང་རྗེས་རབས་པ་དག་ལ་འཚོ་གནས་ཀྱི་ཁོར་ཡུག་ལེགས་པོ་ཞིག་བསྐྲུན་པར་ཁག་ཐེག་བྱེད་པའི་ལག་ཆ་གལ་ཆེ་ཤོས་གྲས་ཤིག་ཡིན། དེ་ལྟ་ནའང་། ཤེས་ཡོན་དེ་ཉིད་དོན་དམ་པའི་ནུས་ལྡན་ཞིག་ཏུ་བསྒྱུར་བ་ལ་དེ་ཉིད་འགན་འཁུར་གྱི་བསམ་པས་ཐེན་ཞིང་གཞན་ཕན་གྱི་ཆེད་དུ་བཀོལ་དགོས་པ་ཡིན། ཀུན་སྤྱོད་དང་རིག་སྟོབས་གཉིས་ཀ་ལེགས་པར་སྤྱོད་པའི་ཡུལ་ལྗུང་གི་ཤེས་ཡོན་དེ་འདྲ་ཞིག་སྤེལ་རྒྱུ་ནི་ཨེ་མོ་རི་གཙུག་ལག་སློབ་གཉེར་ཁང་འདི་བཙུགས་པའི་ཐུགས་བསམ་ཡིན་ལ་ང་ཚོའི་ད་ལྟའི་དཀའ་རྙོག་དག་གིས་དེ་ལྟའི་ཤེས་ཡོན་གྱི་རྣམ་པ་དེ་ནི་དུས་ཀུན་ཏུ་དགོས་མཁོ་ཆེན་པོ་ཞིག་ཡིན་པ་སྟོན་བཞིན་ཡོད།

འདི་ནི་༸སྤྱི་ནོར་༸གོང་ས་ཏཱ་ལའི་བླ་མ་མཆོག་གིས་ཀྱང་གཙིགས་སུ་བཟུང་བའི་ཐུགས་བསམ་ཞིག་ཡིན་ལ། འདས་པའི་བགྲང་བྱ་བཅུ་ཕྲག་གཉིས་ལྷག་གི་རིང་ལ་༸གོང་ས་མཆོག་དང་ཨེ་མོ་རི་གཉིས་དབར་འབྲེལ་བ་ཐབ་མོ་ཞིག་བྱུང་བའི་རྒྱུ་མཚན་ཡང་འདི་ཉིད་ཡིན། ཕྱི་ལོ་ ༢༠༠༧ ལོའི་ཟླ་༡༠ ཚེས་ ༢༢ ཉིན་༸གོང་ས་མཆོག་ཨེ་མོ་རིའི་ཁྱད་འཕགས་གཙུག་ལག་སློབ་དཔོན་ཆེན་མོར་མངའ་གསོལ་དང་། ང་ཚོའི་ཚོགས་སྡེ་འདིའི་ཆེས་ཁྱད་དུ་འཕགས་པའི་སློབ་དཔོན་དུ་བཞུགས་པར་ཐེབས་བསྐུ་ཞུ་ཐུབ་པ་བྱུང་བ་ནི་བདག་གི་སྤྲོ་སྣང་དང་བསོད་ནམས་ཡིན།

ཨེ་མོ་རི་དང་བོད་ཀྱི་མཐུན་ཚོགས་ཀྱི་ཆེས་གསར་པ་དང་ཆེས་མངོན་འདོད་ཆེ་བའི་ལས་རིམ་སྟེ། ཨེ་མོ་རི་དང་བོད་ཀྱི་ཚན་རིག་ལས་རིམ་འདིའི་རིག་གཞུང་སྣ་མང་དང་རྒྱལ་སྤྱིའི་རང་བཞིན་གྱི་རྣམ་པ་འདི་ནི་འཛམ་གླིང་འདི་ཉིད་ལེགས་ཕྱོགས་སུ་ཁ་ལོ་བསྒྱུར་བར་སྙིང་སྟོབས་ཆེན་པོས་སྣེ་ཁྲིད་རྒྱུའི་ཨེ་མོ་རི་གཙུག་ལག་སློབ་གཉེར་ཁང་གི་ཚོད་སེམས་མཚོན་པའི་དཔེ་མཚོན་ཞིག་ཡིན། ཐུགས་རྒྱང་རིང་བའི་ལས་རིམ་འདིས་ཤེས་ཡོན་གྱི་ལོ་རྒྱུས་ཁྲོད་དུ་གསར་བརྗེ་འཛམ་པོ་ཞིག་བསྐྲུན་པར་སྟེག་གིན་ཡོད། བོད་ཀྱི་དགོན་སྡེའི་སློབ་གསོའི་ཁྲོད་དུ་ཚན་རིག་གི་སློབ་ཚན་ཆ་ཚང་བ་ཞིག་ངོ་སྤྲོད་བྱེད་པ་འདིས། དོན་དམ་པའི་མཉམ་ལས་དང་ཕན་ཚུན་བརྩི་བཀུར་བྱེད་པ་བརྒྱུད། དེང་རབས་ཚན་རིག་དང་དེང་རབས་སློབ་ཁྲིད་ཐབས་ལམ་གཉིས་བོད་ཀྱི་སྲོལ་རྒྱུན་རིག་གནས་ཀྱི་ལེགས་བྱང་དག་དང་འགལ་མེད་གྲོགས་སུ་འཁྱེར་བར་རྨང་གཞི་བརྟན་པོ་ཞིག་འདིང་ངེས་རེད། འདིའི་མཇུག་འབྲས་སུ་བྱམས་བརྩེ་དང་རྣམ་དཔྱོད་གཉིས་ཀ་སྦྱར་བས་ཀྱང་ལེགས་པར་སྤྱོད་པའི་སློབ་གསོ་ཞིག་བཀོད་སྒྲིག་འཛིན་རྒྱུ་དང་། འབྱུང་འགྱུར་མི་རབས་དག་གི་འཚོ་བ་ཇེ་ལེགས་སུ་འགྱུར་རྒྱུ་ཡིན་པར་ང་ཚོས་ཡིད་ཆེས་བྱེད་ཚོག

ཨེ་མོ་རི་དང་བོད་ཀྱི་མཐུན་ཚོགས་འདི་ནི་འགྲོ་བ་མིའི་ཕན་ཐབས་ཀྱི་ཆེད་དུ་ནུབ་ཕྱོགས་དང་བོད་ཀྱི་སྲོལ་རྒྱུན་ཤེས་བྱ་གཉིས་གཞི་གཅིག་ཏུ་འཛོམས་ནས་ཕན་ཚུན་ལེགས་ཆ་སྤེལ་རེས་དང་གོ་རྟོགས་གསར་སྤེལ་བྱེད་པའི་ཆེད་ཕྱི་ལོ་༡༩༩༨ ལོར་ཨེ་མོ་རིར་དབུ་བརྙེས་ཤིང་། སྔོན་འགྲོའི་སློབ་དེབ་འདི་དང་གཞན་གསུམ་པོ་དེ་ནི་སྲོལ་རྒྱུན་ཟབ་མོ་འདི་གཉིས་འབྲེལ་འདྲིས་བྱས་ན་ཅི་ཞིག་མངོན་འགྱུར་ཐུབ་མིན་གྱི་དཔེར་མཚོན་ཡུལ་བྱུང་ཞིག་རེད། ང་ཚོ་ཨེ་མོ་རི་ངོས་ནས་ཨེ་མོ་རི་དང་བོད་ཀྱི་ཚན་རིག་ལས་རིམ་འདི་དང་། ༸གོང་ས་མཆོག་དང་བོད་ཀྱི་མཐོ་རིམ་སློབ་གཉེར་ཁང་དག་དང་མཉམ་འབྲེལ་གྱི་ལས་གཞི་ཁག་ལ་ཚོད་སེམས་བརྟན་པོར་གནས་ངེས་ཡིན།

སློབ་དེབ་འདི་དག་དངོས་སུ་བེད་སྤྱོད་བྱེད་མཁན་གྱི་དགོན་སྡེའི་སློབ་ཕྲུག་དག་ལ་ངས་གོ་སྐབས་འདི་བརྒྱུད་ཁྱེད་ཅག་གི་འབྱུང་འགྱུར་གྱི་སློབ་གཉེར་ལ་གྲུབ་འབྲས་གཡུར་ཏུ་ཟ་ཞིང་བྱ་བ་ལས་ལྡོང་ཡོང་བའི་སྨོན་འདུན་ཞུ་བ་ཡིན།

ཇེམ་སི་ཝེག་ནར།
གཙོ་འཛིན།

Emory University
Atlanta, Georgia 30322
An equal opportunity, affirmative action university

ACKNOWLEDGEMENTS

The Robert A. Paul Emory-Tibet Science Initiative (ETSI) owes its existence to the far-reaching vision of His Holiness the Dalai Lama, who has not only provided constant guidance and support, but who has also provided financial support by providing $100,000 towards the program's endowment. It also owes its existence to the generous support of Dr. James W. Wagner, President of Emory University, who made available key funding through Emory's Strategic Initiative funds and his personal discretionary fund.

The Emory-Tibet Partnership (ETP) was established in 1998 in the presence of His Holiness the Dalai Lama through the collaborative vision and work of Dr. Robert Paul and Geshe Lobsang Tenzin Negi. ETSI is the most ambitious project to grow out of the Emory-Tibet Partnership, and in 2010 ETSI was renamed the Robert A. Paul Emory-Tibet Science Initiative in honor of Dr. Paul's visionary leadership and guidance. We express our heartfelt thanks to both these individuals for helping to establish the many programs of the Emory-Tibet Partnership, including ETSI.

We gratefully acknowledge Geshe Lhakdor, Director of the Library of Tibetan Works and Archives, Dharamsala, India, and Dr. Preetha Ram, Associate Dean of Science Education at Emory University, both of whose leadership has been invaluable to the establishment and development of this initiative.

The project would also not have been possible without the support of Dr. Gary Hauk, Vice President and Deputy to the President at Emory University, who has guided ETP for several years and continues to be one of ETSI's strongest supporters.

We thank also the ETSI science faculty, who have worked tirelessly to develop the science textbooks who have and traveled to India each summer to teach the science intensives, and the ETSI science translators who have given of their skills and time to contribute an entirely new scientific vocabulary to the Tibetan literary tradition and lexicon.

We also thank the hard-working staff of the Emory-Tibet Partnership, who have labored far beyond the call of duty, showing time and again that their efforts are not only work, but also an act of love.

We thank all those who have contributed the financial support needed to operate ETSI and ensure its long-term sustainability. We are extremely indebted to Joni Winston for her long-term generous support to ETSI. Funding for ETSI has also come from Emory University and Emory College, including the Science and Society Program and the Neuroscience and Behavioral Biology program.

Generous support has also come from:

- Judith McBean and Judith McBean Foundation
- The McBean Family Foundation
- Diana Rose and Lostand Foundation
- The Joni Winston Fund
- The Buddhist Learning Center, New Jersey
- Drepung Loseling Monastery, Inc., Atlanta, Georgia

We also thank the Advisory Board of the Emory-Tibet Science Initiative for their guidance and advice:

- Sogyal Rinpoche, Rigpa International and the Tenzin Gyatso Institute
- Dr. Gary Hauk, Vice President and Deputy to the President, Emory University
- Geshe Lhakdor, Director, Library of Tibetan Works and Archives
- Dr. Alan Wallace, President, Santa Barbara Institute
- Dr. Preetha Ram, Associate Dean for Pre-Health and Science Education, Emory University
- Dr. Robert A. Paul, Charles Howard Candler Professor of Anthropology and Interdisciplinary Studies, Emory University
- Geshe Lobsang Tenzin Negi, Director of Emory-Tibet Partnership, Emory Unviersity
- Geshe Thupten Jinpa, Principal English Language Translator for H.H. the Dalai Lama and President, Institute of Tibetan Classics

Lastly we thank the highly dedicated monastic students of the Emory-Tibet Science Initiative, who are not only beneficiaries, but also essential collaborators in the success of this program. May the knowledge that they gain through this program and these materials benefit them greatly, and through them, all of humankind.

ཞིགས་གསོལ།

རོ་སྦྲར་ཊི་ཨེ་ཕློལ་ཨེ་མོ་རི་དང་བོད་ཀྱི་ཚན་རིག་ལས་རིམ་འདི་ནི་༸སྐྱིད་ཚོར་༸གོང་ས་སྐྱབས་མགོན་ཆེན་པོའི་ཐུགས་རྒྱུད་རིང་བའི་གཟིགས་པ་ལས་བྱུང་བ་ཞིག་ཡིན་ལ། ཁོང་གིས་ལས་རིམ་འདིར་བཀའ་སློབ་ལམ་སྟོན་དང་རྒྱབ་སྐྱོར་རྒྱུན་ཆད་མེད་པར་གནང་ཡོད་པ་མ་ཟད། ལས་རིམ་གྱི་ཐེབས་རྩར་དམིགས་ཏེ་ཨ་སྒོར་ ༡༠༠༠༠༠ གི་རོགས་དངུལ་ཡང་བཀའ་དྲིན་བསྩལ། ལས་རིམ་འདི་ཨེ་མོ་རི་གཙུག་ལག་སློབ་གཉེར་ཁང་གི་གཙོ་འཛིན་སློབ་དཔོན་རྗེ་མ་སི་ལེག་ནར་མཆོག་གི་གཏོང་ཕོད་ཆེ་བའི་རྣམ་འགྲིགས་ལ་བརྟེན་ནས་བྱུང་བ་ཞིག་ཀྱང་ཡིན་ཏེ། ཁོང་གིས་ལས་རིམ་འདི་ལ་ཨེ་མོ་རི་འི་ཐབས་ཇུས་ཟབ་མོའི་གསར་གཏོད་ལས་རིམ་གྱི་ཁྱུར་བཅད་མ་དངུལ་དང་། ཁོང་སྐུ་སྒེར་གྱི་ཐུགས་འདོད་ལྷུར་སྐྱོད་ཚོགས་པའི་མ་དངུལ་གྱི་ཁོངས་ནས་རོགས་དངུལ་སྟེ་བ་དེ་གནང་ཡོད།

ཨེ་མོ་རི་དང་བོད་ཀྱི་ཤེས་ཚོགས་ནི་སློབ་དཔོན་རོ་སྦྲར་ཊི་ཕློལ་དང་དགེ་བཤེས་བློ་བཟང་བསྟན་འཛིན་རྣམ་གཉིས་ཀྱི་མཉམ་རུབ་ཀྱི་གཟིགས་རྒྱུད་དང་ཐུག་ལས་བརྒྱུད་ཕྱི་ལོ་ ༡༩༩༨ ལོར་༸གོང་ས་མཆོག་གི་མཇུན་སར་འགོ་འཛུགས་ཞུས་པ་ཞིག་རེད། ཨེ་མོ་རི་དང་བོད་ཀྱི་ཚན་རིག་ལས་རིམ་ནི་ཤེས་ཚོགས་ཀྱི་ལས་འཆར་ལས་སྐྱེས་པའི་དམིགས་འདུན་ཆེ་ཤོས་ཀྱི་ལས་རིམ་ཞིག་ཡིན་ལ། ཕྱི་ལོ་ ༢༠༡༠ ལོར་སློབ་དཔོན་ཕློལ་གྱི་གཟིགས་རྒྱུད་རིང་བའི་དབུ་ཁྲིད་དང་ཞལ་ཏ་བཅས་ལ་ཆེ་མཐོང་ཞུ་བའི་དོན་དུ་ཚན་རིག་གི་ལས་རིམ་འདི་ལ་རོ་སྦྲར་ཊི་ཨེ་ཕློལ་ཨེ་མོ་རི་དང་བོད་ཀྱི་ཚན་རིག་ལས་རིམ་ཞེས་པའི་མིང་བཏགས་དུ་བཏགས། ཚན་རིག་ལས་རིམ་ཐེ་བའི་ཨེ་མོ་རི་དང་བོད་ཀྱི་ཤེས་ཚོགས་ཀྱི་ལས་འཆར་མང་དག་ཅིག་གསར་འཛུགས་གནང་བར་ང་ཚོས་སྐྱེས་བུ་འདི་གཉིས་ལ་སྙིང་ཐག་པ་ནས་ཐུགས་རྗེ་ཆེ་ཞུ་རྒྱུ་ཡིན།

ང་ཚོས་རྫ་ས་བོད་ཀྱི་དཔེ་མཛོད་ཁང་གི་དབུ་འཛིན་དགེ་བཤེས་ལྷག་རྡོར་ལགས་དང་ཨེ་མོ་རི་གཙུག་ལག་སློབ་གཉེར་ཁང་གི་ཚན་རིག་ཤེས་ཡོན་གྱི་སློབ་གཙོ་ལས་རོགས་པིང་ཐ་ནམ་རྣམ་གཉིས་ལ་འདང་བཀའ་དྲིན་ཆེ་ཞུ་རྒྱུ་ཡིན་ལ། ཁོང་གཉིས་ཀྱི་རིན་ཐང་བྲལ་བའི་དབུ་འཁྲིད་ནི་ཚན་རིག་ལས་རིམ་འདི་བཙུགས་པ་དང་འཕེལ་རྒྱས་གཏོང་བར་ཕན་ཐོགས་ཆེན་པོ་བྱུང་ཡོད། ཨེ་མོ་རི་གཙུག་ལག་སློབ་གཉེར་ཁང་གི་གཙོ་འཛིན་གཞོན་པ་དང་གཙོ་འཛིན་ལས་ཚབ་གཅིག་ཕྱོགས་སློབ་དཔོན་རྗེ་རི་ཧྲོག་ལགས་ཀྱིས་ཐུན་ཚོགས་འདིར་ལོ་མང་རིང་ལས་སྟོན་རོགས་འདེགས་གནང་བ་མ་ཟད། ཚན་རིག་ལས་རིམ་འདི་ལ་མུ་མཐུད་དེ་རྒྱབ་སྐྱོར་ཕུགས་ཆེ་བྱེད་མཁན་གྲས་ཀྱི་གཅིག་ཏུ་བཞུགས་གནང་མེད་ཚེ་ང་ཚོའི་ལས་རིམ་འདིར་འདི་ལྟ་བུའི་གྲུབ་འབྲས་ཞིག་ཐོབ་མི་སྲིད།

དཔལ་བ་སྤོས་མེད་ཀྱིས་ཚན་རིག་གི་སློབ་དེབ་ཁག་རྩོམ་སྒྲུབ་གནང་བར་འབད་རྩོལ་གནང་དང་གནང་མུས་ཐོག་ལོ་རེ་བཞིན་དབྱར་དུས་སུ་ཚན་རིག་སློབ་ཁྲིད་ཀྱི་ཆེད་དུ་རྒྱ་གར་ལ་ཕེབས་བཞིན་པའི་ཚན་རིག་ལས་རིམ་གྱི་སློབ་དཔོན་རྣམ་པ་དང་། རྣམ་དཔྱོད་དང་དུས་ཀྱི་འགྲོ་གྲོན་བཏང་སྟེ་བོད་ཀྱི་རྩོམ་རིག་གསོལ་རྒྱུན་དང་ཕ་སྐད་མིང་མཛོད་ལ་རྣམ་པ་གསར་རྒྱུད་གི་ཚན་རིག་བརྡ་ཆད་ཀྱི་ཤེས་རྒྱས་འབྲེལ་བཞིན་པའི་ལོ་ཙཱ་བ་རྣམས་ལ་འདང་ཐུགས་རྗེ་ཆེ་ཞུ་འདོད་བཅས།

ཨེ་མོ་རི་དང་བོད་ཀྱི་ཤེས་ཚོགས་ཀྱི་ལས་ལ་བརྩོན་པའི་ལས་བྱེད་རྣམས་ཀྱིས་རང་རང་གི་ལས་འགན་ལས་བརྒལ་ཏེ་ཐུག་ལས་གནང་བ་མ་ཟད། རང་གི་ལས་དོན་དེ་ཉིད་ལས་གཞི་རྩེ་བོ་ཙམ་མིན་པར་ཡང་ནས་བསྐྱར་དུ་དེ་ལ་སྒོ་བཞིན་དུ་འཇུག་པར་ཡི་རངས་ཞུ་རྒྱུ་ཡིན།

ཚན་རིག་ལས་རིམ་ལག་བསྟར་ཏུང་བ་དང་། ལས་འཆར་ཡུན་གནས་རྒྱུན་འཁྱོངས་ཡོང་བར་མཁོ་བའི་རོགས་དཔལ་གྱི་མཐུན་འགྱུར་གནང་མཁན་ཡོངས་ལ་ང་ཚོས་བཀའ་དྲིན་ཆེ་བའི་ལེགས་གསོལ་ཞུ་རྒྱུ་ཡིན། དམིགས་སུ་བཀར་ནས་ལྷུམ་རྡེ་ཏི་ཡེན་སི་ཀོན་ནས་ཡུན་རིང་ལས་རིམ་འདིར་དཔལ་འབྱོར་གྱི་མཐུན་རྐྱེན་ལྷག་པོ་གནང་བར་བཀའ་དྲིན་ཆེ་ཞུ་རྒྱུ་ཡིན། ཨེ་མོ་རི་དང་བོད་ཀྱི་ཚན་རིག་ལས་རིམ་ལ་ཨེ་མོ་རི་གཙུག་ལག་སློབ་གཉེར་ཁང་དང་། ཚན་རིག་དང་སྤྱི་ཚོགས་ལས་རིམ། དབང་རྩའི་ཚན་རིག་དང་གཤིས་སྤྱོད་དང་འབྲེལ་བའི་སྐྱེ་དངོས་རིག་པའི་ལས་འཆར་ཐེ་བའི་ཨེ་མོ་རི་མཐོ་སློབ་ནས་ཀྱང་རོགས་དཔལ་བྱུང་ཡོད། ད་དུང་གཞམ་གསལ་གཏོང་ཕོད་ཆེ་བའི་རོགས་སྐྱོར་བ་རྣམས་ལ་ཡང་ཐུགས་རྗེ་ཆེ་ཞུ་རྒྱུ་ཡིན།

- ཊྲ་ཊིཏི་མེག་ཟྲིན་དང་ཊྲ་ཊིཏི་མེག་ཟྲིན་དགེ་ཚ།
- མེག་ཟྲིན་ཁྲིམ་ཚང་གི་དགེ་ཚ།
- ཊཡི་ན་རོ་སི་དང་ལོ་སི་ཊན་གྱི་དགེ་ཚ།
- ཇོ་ཞི་ཡིན་སི་ཊོན་ཐེབས་ཚ །
- ནེཝུ་འཇང་སི་ཏུ་ཚགས་པའི་ནང་བསྟན་སློབ་གཉེར་ཁང་།
- ཨེ་ཊི་ལན་ཊར་ཚགས་པའི་འབྲས་སྤུངས་བློ་གསལ་གླིང་གྲྭ་ཚང་གི་ཆོས་ཚོགས།

གཞན་ཡང་།

- རྒྱལ་སྤྱིའི་རིག་པའི་ཆོས་ཚོགས་དང་བསྟན་འཛིན་རྒྱ་མཚོའི་སྐྱེ་གནས་ཁང་གི་ཕྱག་བདག་མཁན་བསོད་རྒྱལ་རིན་པོ་ཆེ་མཆོག
- ཨེ་མོ་རི་གཙུག་ལག་སློབ་གཉེར་ཁང་གི་གཙོ་འཛིན་གཞོན་པ་དང་གཙོ་འཛིན་དོ་ཚབ་པ་སློབ་དཔོན་སྒྲི་རི་ཧྲོག
- རྫ་ས་བོད་ཀྱི་དཔེ་མཛོད་ཁང་གི་དབུ་འཛིན་དགེ་བཤེས་ལྷག་རྡོར།
- སན་ཏ་བྲར་བྲ་རའི་སློབ་གཉེར་ཁང་གི་གཙོ་འཛིན་སློབ་དཔོན་ཨ་ལན་ཕྲ་ལེ་སི།
- ཨེ་མོ་རི་གཙུག་ལག་སློབ་གཉེར་ཁང་གི་འཆོར་བསྐྱེད་སྟོན་འཁྲི་དང་ཚན་རིག་ཤེས་ཡོན་གྱི་སློབ་གཙོ་གཞོན་པ་ཊོཀ་ཊར་པིང་ཐ་ནམ།
- ཨེ་མོ་རི་གཙུག་ལག་སློབ་གཉེར་ཁང་གི་ཚལ་སི་ཏ་ཕར་ཀིནཊ་ལར་མི་རྒྱུད་རིག་པ་དང་རིག་གནས་ཞིབ་འཇུག་མཁས་བྱའི་སློབ་དཔོན་ཊོཀ་ཊར་རོ་སྦྲར་ཊི་ཕློལ།
- ཨེ་མོ་རི་གཙུག་ལག་སློབ་གཉེར་ཁང་གི་ཨེ་མོ་རི་དང་བོད་ཀྱི་ཤེས་ཚོགས་ཀྱི་འགན་འཛིན་དགེ་བཤེས་བློ་བཟང་བསྟན་འཛིན་ནེ་གི།
- ༸སྐྱིད་ཚོར་༸གོང་ས་སྐྱབས་མགོན་ཆེན་པོ་མཆོག་གི་དབྱིན་སྐད་གསུང་སྒྱུར་གཙོ་བོ་དང་། བོད་ཀྱི་གཙུག་ལག་ཞིབ་དཔྱོད་ཁང་གི་གཙོ་འཛིན་དགེ་བཤེས་ཐུབ་བསྟན་ཐྱིན་པ་བཅས་ཀྱིས་ཕྲུབ་པའི་ཨེ་མོ་རི་དང་བོད་ཀྱི་ཚན་རིག་ལས་རིམ་གྱི་སློབ་སྟོན་ལྷན་ཚོགས་ལ་ཡང་གོ་སྐབས་འདི་བརྒྱུད་ནས་ཐུགས་རྗེ་ཆེ་ཞུ་རྒྱུ་ཡིན།

མཐའ་དོན་དུ་ཨེ་མོ་རི་དང་བོད་ཀྱི་ཚན་རིག་ལས་རིམ་གྱི་སློབ་གཉེར་བ་དགེ་བཙུན་རྣམས་ལ་ཐུགས་རྗེ་ཆེ་ཞུ་རྒྱུ་ཡིན། ཁོང་རྣམས་ནི་ལས་རིམ་འདིའི་སློབ་ཕྲུག་ཙམ་མ་ཡིན་པར་ལས་འཆར་འདི་ལམ་ལྷོང་ཡོང་བར་མེད་དུ་མི་རུང་བའི་མཉམ་ལས་པ་འདྲ་ཡིན། ལས་འཆར་འདི་དང་སློབ་ཚན་འདི་དག་བརྒྱུད་ནས་ཡོན་ཏན་གང་ཐོབ་པ་དེས་ཁོང་རྣམས་ཀྱི་ཐུགས་ཕན་གསོ་ཞིང་། ཁོང་རྣམས་བརྒྱུད་ནས་མིའི་རིགས་སྤྱི་ལ་སྨན་པའི་སྨོན་འདུན་ཕུགས་རྡག་ཞུ།

SUPPORT AND INSPIRATION

This primer was written by Arri Eisen, and edited by Wendy Hasenkamp and Carol Worthman, based on curricular materials developed by a group of Emory professors along with Emory and Georgia Institute of Technology graduate students and post-doctoral fellows. Carol Worthman led this group, which also included Charles Raison, James Rilling, Michael Kuhar, Dieter Jaeger, Paul Plotsky, Gillian Hue, Gaelle Desbordes, Wendy Hasenkamp, Leah Roesch, Amanda Freeman and Nicole Taylor. Paul Lennard contributed leadership in initiation of the program, which also benefited from materials contributed by Larry Barsalou, Todd Preuss, and Hilary Rodman. They are responsible for many of the ideas and much of the text as they are elaborated in this primer. Many thoughts were also drawn from *Essentials of Neuroscience and Behavior* (by Kandel, Schwartz, and Jessell; Appleton and Lange, 1995). Our discussion of nervous system evolution was based on an article from the University of Illinois, Champaign-Urbana (http://faculty.ed.uiuc.edu/g-cziko/wm/05.html#Heading2). "Parallel processing strategies of the primate visual system" by Nassi and Callaway (*Nature Reviews Neuroscience*, p. 360, Vol. 10, 2009) was helpful in developing the discussion on vision processing.

Geshe Dadul Namgyal translated this primer, and Tsondue Samphel led the translation of all Year 1 course materials. They and the translators of our teaching in Dharamsala that led to this primer have not simply translated words but have transformed difficult concepts from one culture to another and have taught us professors much more than we could have imagined. These translators include Tenzin Sonam, Sangey Tashi (Gomar), Karma Thupten, Tenzin Paldon, and Nyima Gyaltsen.

Ajay Pillarisetti was vital in support of the teaching of the material and played a key role in editing this volume and identifying and developing complementary materials included. Jim Wynn is the glue that holds it all together.

The spiritual leaders and guiding lights of the Emory-Tibet Science Initiative are Geshe Lhakdor and Geshe Lobsang Negi. The seed and inspiration is His Holiness the 14th Dalai Lama of Tibet.

The Emory-Tibet Science Initiative Neuroscience Team
Emory University
2012

ཐོག་མའི་སྐུལ་སློང་དང་རྒྱབ་སྐྱོར།

དབང་རྩ་ཚན་རིག་གི་སྟོན་འགྲོའི་སློབ་དེབ་འདི་འབྲི་མཁན་སློབ་དཔོན་ཨ་རི་ཨཡི་རྗོན་ཡིན་པ་དང་། ཞེན་ཊེ་ཧེ་སེན་ཀེམཔ་དང་ཁེ་རོལ་ཕྲོར་ཐ་མེན་གཉིས་ཀྱིས་དེར་རྩོམ་སྒྲིག་རམ་འདེགས་གནང་ཡོད། སློབ་དེབ་འདིའི་ནང་དོན་བརྗོད་བྱ་རྣམས་ཨེ་མོ་རིའི་སློབ་དཔོན་ཆེན་མོ་ཁག་ཅིག་དང་། ཨེ་མོ་རི་གཙུག་ལག་སློབ་གཉེར་ཁང་དང་ཇོར་ཇི་ཡ་འཕྲུལ་རྩལ་སློབ་གཉེར་ཁང་གཉིས་ཀྱི་སློབ་ཕྲུག་རྒན་གཞོན་ཁག་ཅིག་བཅས་ནས་མཉམ་རུབ་ཀྱིས་བསྡུས་པའི་བསླབ་གཞིའི་རྒྱུ་ཆ་གཞི་ལ་བཞག་ནས་བསྒྲིགས་པ་ཞིག་རེད། ལྷན་ཚོགས་དེའི་འགོ་ཁྲིད་ཁེ་རོལ་ཕྲོར་ཐ་མེན་ཡིན་ཞིང་། དེའི་ཚོགས་མིའི་ཁོངས་སུ་ཆར་ལེསི་རེ་རྗོན་དང་། ཛེམ་སི་རི་ལིངག མཡི་ཁལ་ཀུ་ཧར། ཊི་ཏར་ཡེ་གྷར། པོལ་པྷུ་ལོཊསི་ཀི། ཛི་ལི་ཨན་ཧེཝུ། གླུཡེལ་ཊེ་སྟོར། ཞེན་ཊེ་ཧེ་སེན་ཀེམཔ། ལིཡ་རོཤ ཨ་མེན་རྡ་ཕིརི་མེན། ནི་ཀོལ་ཏེ་ལོར་བཅས་ཡོད། འགོ་སྐྱོད་དུ་པོལ་ལི་ནར་ཊ་གྱིས་ལས་འཆར་འདིའི་འགོ་འཁྲིད་གནང་མྱོང་ཡོད། གཞན་ཡང་ལེ་རི་སྨར་སོ་ལུ་དང་། ཊོཊ་པྷུ་རུསི་དང་། ཧི་ལ་རི་རོཊ་མེན་བཅས་ནས་སོན་པའི་རྒྱུ་ཆ་ལས་ཀྱང་ལས་འཆར་འདིར་ཕན་ཐོགས་བྱུང་ཡོད་པ་ནི། དཔེར་ན། སློབ་དེབ་འདིའི་ནང་སྒྲོས་བཤད་བྱས་པའི་རིག་པ་དང་བརྗོད་པ་མང་དག་ཅིག་ལ་ཁོང་རྣམ་པས་དངོས་སུ་འགན་ཁུར་བླངས་ཡོད། གཞན་ཡང་འདིའི་ནང་གི་རིག་པ་མང་པོ་ཞིག་དབང་རྩ་ཚན་རིག་དང་གཤིས་སྤྱོད་ཀྱི་སྙིང་དོན་ཞེས་(ཁེན་ཊེལ་དང་། ཤུ་ཝར་ཊ་ཛ། ཇེ་སེལ་གསུམ་གྱིས་བརྩམས་ཤིང་། ཨེ་པལ་ཊོན་དང་ལང་ངེའི་པར་ཁང་ནས་ཕྱི་ལོ་ *༡༩༩༥* པར་སྐྲུན་ཞུས།)པའི་གློག་དེབ་ལས་བླངས་ལ། སློབ་དེབ་འདིར་གསལ་བའི་དབང་རྩ་མ་ལག་གི་འཕེལ་འགྱུར་སྐོར་གྱི་འགྲེལ་བརྗོད་རྣམས་ཤེམ་ཕེན་ཨར་སྦིན་ན་རུ་ཧེན་གཞི་བྱས་པའི་ཨི་ལི་ནོ་ཡི་གཙུག་ལག་སློབ་གཉེར་ཁང་གིས་གཤམ་གསལ་དྲ་རྒྱ་(http://faculty.ed.uiuc.edu/g-cziko/wm/05.html#Heading2)ཐོག་འགྲེམས་སྤེལ་ཞུས་པའི་འབྲི་རྩོམ་ཞིག་གཞི་ལ་བཞག་ནས་བྲིས་པ་ཡིན། མཐོང་ཚོར་མ་ལག་གི་བྱེད་རིམ་སྐོར་འགྲེལ་བཤད་བྱེད་སྐབས་(༢༠༠༩ ལོར་པར་སྐྲུན་ཞུས་པ་དབང་རྩ་ཚན་རིག་དང་འབྲེལ་བའི་རང་བྱུང་ཁམས་ཀྱི་བསྐྱར་ཞིབ་ཅེས་པའི་བརྙན་དེབ་འདོན་ཐེངས་བཅུ་པའི་ཤོག་གྲངས་༣༧༠ པར་གསལ་བའི་)ན་སི་དང་ཀེ་ལ་ཕེ་གཉིས་ཀྱིས་བྲིས་པའི་"བློ་ལྡན་སྡེའི་སྲོག་ཆགས་ཀྱི་མཐོང་ཚོར་མ་ལག་ཁྲིད་མཉམ་ལས་བྱེད་རིམ་གྱི་རྟུས་རྩལ་"ཞེས་པའི་འབྲི་རྩོམ་ལས་རམ་འདེགས་བླངས།

སློབ་དེབ་འདིའི་ཡིག་སྒྱུར་བ་དགེ་བཤེས་དགྲ་འདུལ་རྣམ་རྒྱལ་ཡིན་པ་དང་། དེ་བཞིན་དུ་བརྩོན་འགྲུས་བསམ་འཕེལ་གྱིས་ལོ་རིམ་དང་པོའི་དབང་རྩ་ཚན་རིག་གི་སློབ་ཚན་ཡོངས་རྫོགས་ཀྱི་ཡིག་སྒྱུར་བྱ་བའི་འགོ་འཁྲིད་བྱས་ཡོད། ཁོང་གཉིས་དང་ཇ་སར་བསྐྱངས་པའི་ཚན་རིག་འཛིན་གྲྭའི་ནང་སྒྲ་སྒྱུར་ཞུ་མཁན་རྣམས་ཀྱིས་སྒྲ་ཐད་བསྒྱུར་ཙམ་བྱས་པ་ལྟ་བུ་མིན་པར། འབྲེལ་ཡོད་རྣམ་གཞག་དཀའ་མོ་རྣམས་རིག་གཞུང་གཅིག་ནས་གཞན་དུ་ཕབ་ལེན་འཚམ་སྒྲིག་ཀྱང་བྱས་ཡོད་ཅིང་། དེ་ལས་ངེད་སློབ་དཔོན་རྣམས་ལའང་ཐོག་མའི་རེ་བ་ལས་བརྒལ་བའི་བློ་སྐྱིད་ཟབ་མོ་ཐོབ་ཡོད། དེ་ལྟའི་སྒྲ་སྒྱུར་བའི་ཁོངས་སུ་བསྟན་འཛིན་བསོད་ནམས། སྒོ་དམར་སངས་རྒྱས་བཀྲིས། ཀརྨ་ཕུན་བསྟན། བསྟན་འཛིན་དཔལ་སྒྲོན། ཉི་མ་དོན་གྲུབ་བཅས་ཀྱང་ཡོད།

སློབ་དེབ་འདིའི་རྩོམ་སྒྲིག་བྱ་བ་དང་། འདིའི་ནང་གི་ཟུར་འདེབས་དཔེ་རིས་དང་ཆ་འཕྲིན་འདེམས་སྒྲིག་གི་བྱ་བ་བཅས་པར་སྐུ་ཞབས་ཨ་ཛེའི་པི་ལ་རི་སེཊ་ཊེ་ནས་གལ་འགངས་ཆེ་བའི་ཆ་ཤས་བླངས་ཡོད། ལས་འཆར་འདིར་འབྲེལ་ཡོད་ཀུན་དང་ཕན་ཚུན་འབྲེལ་མཐུད་ཀྱི་ལས་ཞུ་བསྒྲུབ་མཁན་སྐུ་ཞབས་ཛིམ་ཤེན་རེད།

ཨེ་མོ་རི་དང་བོད་ཀྱི་ཚན་རིག་ལས་འཆར་འདིའི་ཐོག་མའི་ས་བོན་དང་བར་དུ་སྐུལ་ཤུགས་ཀྱི་རྩ་བ་ཉག་གཅིག་པུ་དེ་ནི་བོད་གངས་ཅན་ལྗོངས་ཀྱི་ཡ་གོང་ས་ཏཱ་ལའི་བླ་མ་སྐུ་ཕྲེང་བཅུ་བཞི་པ་ཆེན་པོ་མཆོག་ཡིན་ལ། ལས་འཆར་འདིའི་ཆོས་ཕྱོགས་ཀྱི་ལམ་སྟོན་པ་དང་ལམ་བུ་གསལ་བའི་སྒྲོན་མེ་ནི་དགེ་བཤེས་ལྷག་རྗོར་ལགས་དང་དགེ་བཤེས་བློ་བཟང་བསྟན་འཛིན་ལགས་རྣམ་གཉིས་རེད།

ཨེ་མོ་རི་དང་བོད་ཀྱི་ཚན་རིག་ལས་རིམ་གྱི་དབང་རྩ་ཚན་རིག་སྡེ་ཚན་ནས།
ཨེ་མོ་རི་གཙུག་ལག་སློབ་གཉེར་ཁང་།
ཕྱི་ལོ་ ༢༠༡༢ ལ།

HOW DO WE SEE WHAT WE SEE?

Look at the pictures of His Holiness the Dalai Lama. What do you feel when you look at these images? In what ways do you feel differently looking at such images of His Holiness versus looking at similar images of someone else? What happens when you look at these images, that is, how are you able to see them? How does what you see translate into feelings?

These are important biological questions. And you don't have to think for too long to realize that the answers to these questions and how one tries to answer them have implications well beyond biology. For example, there are implications for how we interpret things (in fact, in most languages, including both English and Tibetan, 'to see' (mthong) means both to see with our eyes and to see with our minds' eyes); two different people certainly see things differently in their minds, but do they also see things differently with their eyes? Are the two phenomena—seeing with your eyes and seeing with your mind— separable?

In the last forty years in the West, questions like these, while still discussed in the field of philosophy, have also come under the umbrella of the relatively new field called neuroscience. As we will see, neuroscience—the study of how organisms behave and think, or as Nobel Laureate Eric Kandel puts it from a related angle: "how the brain produces the remarkable individuality of human action," like the different and unique responses people experience when they look at the images here of His Holiness—is an exciting area that bridges biology from molecules to populations and sneaks into nearly all disciplines. After all, we can't do anything—pray, exercise, eat, sleep—without using our brains.

Addressing the deep questions about perception, interpretation, and emotion posed above is our ultimate goal in the Neuroscience primers. To get there, in this first primer, we will look at levels of questions leading to the deep questions: How do the eyes see? What parts of your body, beyond the eyes, are involved? How does the light of what you're looking at become 'what you see'? To get there, we integrate yet another level of questions—those examining the fundamental biology of the nervous system and the brain, and the cells of which they are composed.

The underlying foundation of our discussion in this Neuroscience Primer 1 is built from the central themes and concepts developed in the Life Sciences Primers in discussing evolution, genes, cells, physiology, and development, and we will use these themes and concepts to tell the story of neuroscience. We tell this story using vision and the eye as our example.

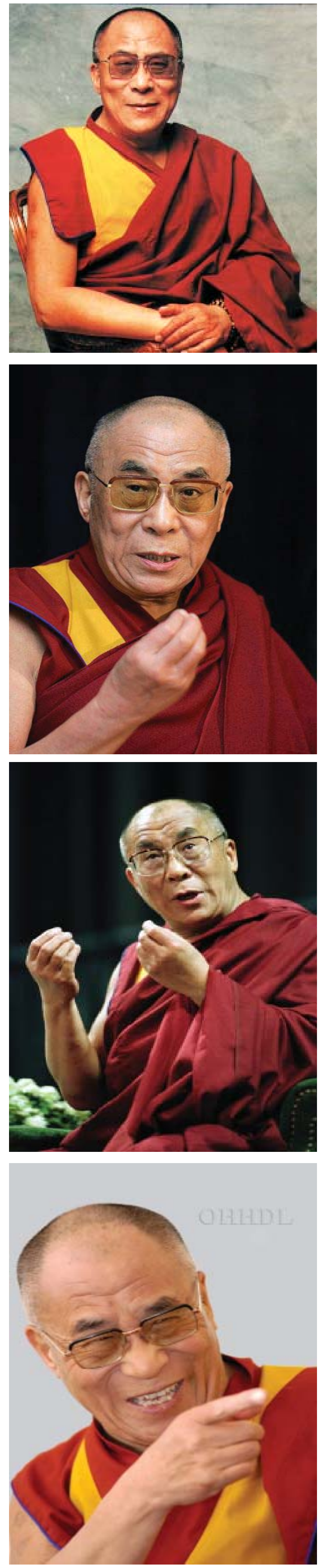
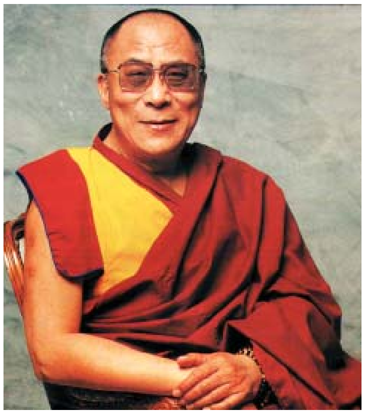
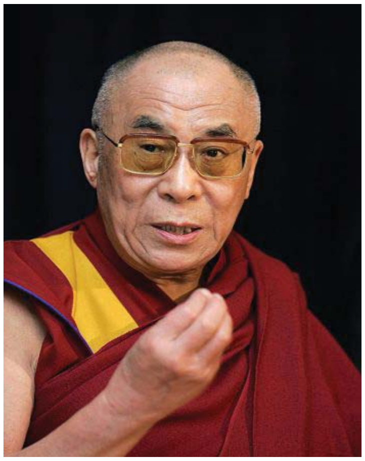
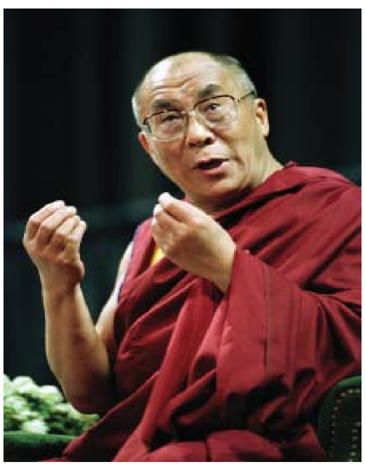


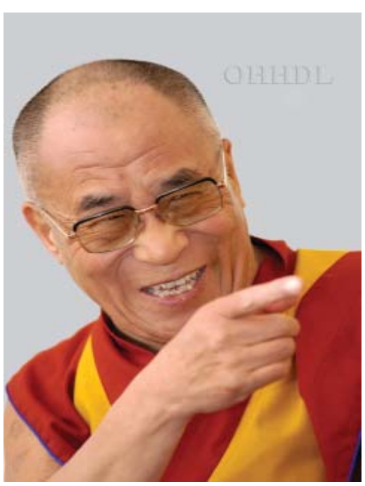
Figure 1: His Holiness the Dalai Lama.

ངེད་ཚོས་གང་ཞིག་མཐོང་བ་དེ་དག་ངེད་ཚོས་ཇི་ལྟར་དུ་མཐོང་ངམ།









དཔེ་རིས། ༡ ༧གོང་ས་ཏཱ་ལའི་བླ་མ་མཆོག

༧གོང་ས་མཆོག་གི་སྐུ་པར་འདི་དག་ལ་གཟིགས་ཞིབ་ཅིག་གནང་དང་། སྐུ་བརྙན་འདི་དག་མཐོང་སྐབས་ཁྱེད་ལ་ཚོར་བ་ཅི་ཞིག་སྐྱེའམ། སྐྱེ་བོ་གཞན་ཞིག་གི་བརྙན་པར་མཐོང་བ་དང་མི་མཚུངས་པར་༧གོང་ས་མཆོག་གི་སྐུ་བརྙན་མཐོང་སྐབས་ཁྱོད་ལ་ཚོར་སྣང་མི་འདྲ་བ་ཅི་ཞིག་སྐྱེ་གིན་འདུག་གམ། སྐུ་པར་འདི་དག་མཐོང་ཕྱིན་དུ་ཅི་ཞིག་འབྱུང་གི་འདུག་གམ་སྙེ། ཁྱོད་ཀྱིས་དེ་དག་ཅི་ཞིག་གི་རྣམ་པར་མཐོང་ལམ། ཁྱོད་ཀྱིས་གང་མཐོང་བ་དེ་དག་ཚོར་སྒྲོང་གི་རྣམ་པར་ཇི་ལྟར་མངོན་དུ་འགྱུར་རམ།

འདི་དག་ནི་སྐྱེ་དངོས་རིག་པ་དང་འབྲེལ་བའི་གནད་ཆེ་བའི་དྲི་བ་དེ་འདྲ་རེད། དེ་ལྟར་ནའང་དྲི་བ་འདི་དག་ལ་གདབ་རྒྱུང་བའི་ལན་དང་། ལན་དེ་དག་ཚུལ་ཇི་ལྟར་འདེབས་པར་རྩོམ་པའི་གོ་རིམ་རྗེས་འབྲེལ་གྱི་གནད་དོན་དག་ནི་སྐྱེ་དངོས་རིག་པའི་ར་བ་ལས་བརྒལ་ཞིང་། དེ་ལྟར་བརྒལ་བར་ཁོང་དུ་ཆུད་པར་ཡང་ཁྱོད་ཀྱིས་ཡུན་རིང་བསམ་གཞིག་གི་འབད་པ་བསྟེན་དགོས་པའང་མེད་དེ། དཔེར་ན། ཁོ་བོ་ཅག་གིས་གནས་སྟངས་ག་གེ་མོ་ཞིག་ཚུལ་ཇི་ལྟར་དུ་འགྲེལ་བ་(དབྱིན་སྐད་དང་བོད་སྐད་གཉིས་ཐེ་བའི་སྐད་རིགས་ཕལ་མོ་ཆེར་"མཐོང་"ཞེས་པ་ལུས་ཀྱི་མིག་དང་བློའི་མིག་ཅི་རིགས་པས་མཐོང་བ་ལ་གོ་ཆོག)ངེས་རང་རྗེས་འབྲེལ་གྱི་རྗེས་ཤུལ་ཞིག་འཇོག་པའི་ཕྱིར་དང་། དེ་བཞིན་དུ་གང་ཟག་ཐ་དད་པ་གཉིས་ལ་རང་གི་བསམ་པའི་དབང་གིས་དངོས་པོ་གཅིག་ལ་མཐོང་ཕྱོགས་མི་འདྲ་བ་སོ་སོར་ཡོད་པ་སྨོས་མི་དགོས་པ་དེའི་ཕྱིར། དེ་ལྟར་ནའང་དེ་དག་སོ་སོའི་མིག་གིས་ཡུལ་གྱི་དངོས་པོ་དེ་མཐོང་ཕྱོགས་ལའང་ཕན་ཚུན་མི་མཐུན་པ་ཡོད་དམ། ངེད་ཚོའི་ལུས་ཀྱི་མིག་དང་བློའི་མིག་གིས་མཐོང་བའི་དངོས་པོ་གཉིས་པོ་སོ་སོར་འབྱེད་དུ་ཡོད་དམ།

དྲི་བ་འདི་རིགས་ནུབ་ཕྱོགས་ཁུལ་དུ་ལྟ་གྲུབ་རིག་པའི་བགྲོ་གླེང་གི་དཔྱད་གཞིར་སྔ་དུས་ནས་སྲིད་ཀྱིན་དུ་གནས་པར་མ་ཟད། ལྟོས་འཇོག་གི་རིག་གནས་གསར་པར་གྱུར་པ་དབང་རྩ་ཚན་རིག་གི་དཔྱད་གཞིའི་ཁོངས་སུའང་བསྟད་ནས་ད་ཕན་ལོ་ངོ་བཞི་བཅུ་ཙམ་ཐལ་ཟིན། དེ་ཡང་དབང་རྩ་ཚན་རིག་ནི་སྐྱེ་ལྡན་སྲོག་ཆགས་དག་གི་བསམ་གཞིག་གི་བྱ་བ་དང་གཤིས་སྤྱོད་ཀྱི་རང་བཞིན་ལ་དཔྱོད་པའི་རིག་གནས་ཤིག་གམ། ཡང་ན་ནོ་བེལ་གཟེངས་རྟགས་བཞེས་མཁན་ཨེ་རིག་ཁེན་ཌེལ་གྱིས་རང་གི་འབྲེལ་ཡོད་བལྟ་ཕྱོགས་ཤིག་ནས་བརྗོད་པ་ལྟར་ན། འགྲོ་བ་མིའི་བྱ་གཞག་སོ་སོའི་སློས་ཆོས་ངོ་མཚར་ཅན་དེ་འདྲ་ཀླད་པས་ཇི་ལྟར་བསྐྱེད་ཚུལ་ལ་དཔྱོད་པའི་རིག་གནས་ཤིག་ཡིན། དེ་ནི་དཔེར་ན་༧གོང་ས་མཆོག་གི་སྐུ་བརྙན་འདི་འདྲ་མཐོང་བ་ན་གང་ཟག་མི་འདྲ་བ་སོ་སོར་ཡ་ལན་གྱི་ཚོར་སྣང་ཐུན་མོང་མིན་པ་རེ་སྐྱེ་བ་ལྟ་བུ་ལ་ཟེར། གཞམ་དུ་གསལ་བ་བཞིན། དབང་རྩ་ཚན་རིག་ནི་འདུས་རྫུལ་གྱི་རིམ་པ་ནས་སྐྱེ་ལྡན་ཚོགས་འདུས་ཀྱི་རིམ་པ་བར་གྱིས་བརྟུས་པའི་སྐྱེ་དངོས་རིག་པའི་ཚ་ཤས་རྣམས་ཕན་ཚུན་སྦྲེལ་བྱེད་ཅིག་ཡིན་པར་མ་ཟད། ཕལ་ཆེར་བསླབ་གཞི་ཀུན་གྱི་རྒྱུད་དུ་འཚང་བའི་ཡིད་དབང་འགུག་པའི་རིག་གནས་ཤིག་ཀྱང་རེད། གང་ལྟར་ཡང་། སྨོན་ལམ་རྒྱག་པ། ལུས་རྩལ་སྦྱོང་བ། ཟས་ཟ་བ། གཉིད་ཉལ་བ་ལྟ་བུ་བྱ་གཞག་ཅི་འདྲ་ཞིག་ཡིན་ཡང་དེ་ཀུན་ལ་ང་ཚོའི་ཀླད་པ་བཀོལ་སྤྱོད་མ་བྱས་པར་བསྒྲུབ་ཏུ་མེད།

གོང་དུ་གླེང་བའི་འདུ་ཤེས་དང་། ཀློག་འགྲེལ་དང་། སེམས་སྒྲོང་བཅས་དང་འབྲེལ་བའི་གཉིང་ཚུགས་པའི་དཀའ་ རྙོག་དེ་རྣམས་སེལ་རྒྱུ་ནི་དབང་རྩ་ཚན་རིག་གི་དེབ་ཕྲེང་དག་གི་དམིགས་ཡུལ་མཐར་ཐུག་དེ་ཡིན་ཞིང་། དེ་འགྲུབ་པའི་ཆེད་དུ། ང་ཚོས་སློན་འགྲོའི་སློབ་དེབ་དང་པོ་འདིའི་ནང་གཉིང་ཚུགས་པའི་དཀའ་རྙོག་དེ་དག་གི་ཕྱོགས་སུ་རིམ་གྱིས་འཁྲིད་པར་བྱེད་པའི་དྲི་བ་དག་ལ་རིམ་གྱིས་གཞོལ་བར་བྱའོ། །དེ་ལྟའི་དྲི་བ་དག་ནི། མིག་གིས་ཇི་ལྟར་མཐོང་ངམ། ཡུལ་མཐོང་བའི་བྱེད་རིམ་འདིར་མིག་ལས་གཞན་ལུས་ཀྱི་ཡན་ལག་གང་ཞིག་འདུས་ཡོད་དམ། ཁྱོད་ཀྱིས་གང་ལ་བལྟ་བའི་དངོས་པོ་དེ་ལས་འཁྲུལ་བའི་འོད་དེ་ཉིད་གང་མཐོང་བྱའི་ཆོས་སུ་ཇི་ལྟར་འགྱུར་བམ། ལྟ་བུ་ཡིན། དཀའ་རྙོག་འདི་དག་བསལ་བའི་སླད་དུ། ང་ཚོས་ད་དུང་དྲི་བའི་རིམ་པ་གཞན་ཁག་ཅིག་འདིར་སྟེབ་དགོས་པ་ཡོད་ལ། དེ་འདྲའི་དྲི་བ་དག་ནི་དབང་རྩ་མ་ལག་དང་ཀླད་པ་དང་། དེ་དག་གང་གིས་གྲུབ་པའི་ཕྲ་ཕུང་བཅས་ཀྱི་གཞི་རིམ་གྱི་སྐྱེ་དངོས་གནས་སྟངས་ལ་རྟོག་ཅིང་དཔྱོད་པའི་དྲི་བ་དག་ཡིན།

དབང་རྩ་ཚན་རིག་གི་སྔོན་འགྲོའི་སློབ་དེབ་དང་པོ་འདིར་བསླབ་རྒྱུའི་གྲོས་སྟར་གྱི་རྨང་གཞི་ནི་སྔར་ཆེ་སྲོག་ཆགས་རིག་གི་སྔོན་འགྲོའི་སློབ་དེབ་དག་ཏུ་འཕེལ་འགྱུར། རིགས་རྫས། ཕྲ་ཕུང་། ལུས་ཁམས་གནས་བབ། ལུས་ཀྱི་འཚར་འཕེལ་བཅས་ཀྱི་གནས་ལུགས་གླེང་གིན་དུ་ གཏན་ལ་ཕབ་པའི་རྣམ་གཞག་དང་གྲུབ་དོན་གཙོ་བོ་དེ་རྣམས་ཡིན་ལ། འདིར་ངེད་ཚོས་དབང་རྩ་ཚན་རིག་གི་གནས་དོན་གླེང་བར་རྣམ་གཞག་དང་གྲུབ་དོན་དེ་དག་བཀོལ་སྤྱོད་བྱེད་ལ། དེ་ཡང་མིག་དང་མཐོང་ཚོར་དཔེར་བཟུང་ནས་བྱེད་དོ།།

NEUROSCIENCE IN CONTEXT

Why are we asking these questions the way we are and with the particular language we are using? Everything, every study, every exploration has a context. Context allows richer understanding, as well as an appreciation of the limits of that understanding. So, before we begin our journey into vision, let's briefly look at neuroscience in the 21st century—a bit of Tibetan Buddhist context, a bit of disciplinary context, and then three kinds of historical context.

In the United States, using our brains to study our brains now consumes a major portion of research time and money in the life sciences. Since it became clear in the 19th century that the brain is the seat of our sensing, perception, emotions, thought, and mind, exploration of the brain and how it works has grown immeasurably. In the 21st century, neuroscience has emerged as perhaps the most exciting branch of the life sciences. Certainly, greater understanding of how we behave and think has an impact on every aspect of human life and society. One indicator of research growth in this area is that the major professional organization for studying brains and behavior, the Society of Neuroscience, has grown from 500 members in 1969 to nearly 40,000 members across the world today!

Understanding the mind has many applications, and its relevance can be linked to almost any element of our experience. Neuroscience thus represents a broad range of phenomena that exist at the intersection of many other fields, including biology, chemistry, physics, engineering, psychology, anthropology and very recently even religion. The interdisciplinary nature of the field means that the best work is often done in collaboration with experts in these other fields. In fact, entirely new areas of scholarship—for example, neuroeconomics (how do we make decisions?), neuroethics (how do we make ethical decisions?), and neurotheology (have we evolved to be religious?)—have recently sprung up in response to an appreciation of new findings in the neurosciences.

Along with this multidisciplinary approach, the brain and mind can be studied at multiple levels, moving upward in size and scope (see Figure 2). At the molecular level, we study proteins, DNA and intracellular systems. At the cellular level, we measure activity in individual and groups of neurons. At the systems level, we investigate how multiple brain regions work together to perform complex functions. Finally, at the behavioral and cognitive level, we study whole-body actions, as well as thoughts, memories and emotions. As you might imag-

དབང་རྩ་ཚན་རིག་གི་ད་ལྟའི་གནས་བབ།

གོང་གི་དྲི་བ་དེ་དག་ངེད་ཚོས་ཅིའི་ཕྱིར་ཚུལ་དེ་ལྟར་དུ་དྲིས་སམ། དྲིས་པའི་ཚེའང་ངག་གི་བརྗོད་པ་དེ་ལྟར་དུ་ཅིའི་ཕྱིར་སྤྱད་དམ་ཞེ་ན། དབྱེ་ཞིབ་ཀྱི་བྱ་གཞག་ཀུན་དང་འཚོལ་ཞིབ་ཀྱི་བྱེ་བྲག་ཀུན་ཏེ། ཡོད་ཚད་ལ་རང་རང་གི་སྐབས་ཀྱི་འབྲེལ་ཞིག་ཡོད་ལ། སྐབས་ཀྱི་འབྲེལ་དང་བསྟུན་ན་གོ་རྟོགས་ཧྲིངས་བ་བསྐྲེད་པ་དང་། དེ་ལྟའི་གོ་རྟོགས་ཀྱི་མཚམས་འཛིན་རན་པ་བྱེད་ཐུབ་པའི་དགེ་མཚན་ཡོད། དེས་ན་ང་ཚོས་མཐོང་ཚོར་གྱི་འདྲིག་རྟེན་ཁྱོན་དེར་འགྲུལ་བཞུད་དུ་མ་བསྐྱོད་སྔོན་རོལ་ཏུ་བོད་བརྒྱུད་ནང་བསྟན་དང་། འབྲེལ་ཡོད་ཚན་རིག་སྡེ་ཚན་གྱིས་རྒྱས་བཏབ་སྟེ་དུས་རབས་ཉེར་གཅིག་གི་དབང་རྩ་ཚན་རིག་ལ་མདོར་ཙམ་ཞིག་བལྟ་བར་བྱ་ལ། དེ་ནས་བྱུང་རབས་ཁྲོད་ཀྱི་དུས་ཚིགས་ཀྱི་དབྱེ་བ་གསུམ་ལའང་བལྟ་བར་བྱའོ།།

ཨ་རིའི་ནང་དེང་གི་ཆར་ཚེ་སྲོག་ཆན་རིག་དང་འབྲེལ་བའི་ཞིབ་འཇུག་གི་ཕྱོགས་སུ་དུས་གྲོན་དང་དངོས་པོའི་རྒྱ་གྲོན་འཕོན་ཆེ་གཏོང་གིན་དུ་ཀླད་པ་བཀོལ་སྤྱོད་ཀྱིས་ཀླད་པ་ཉིད་ལ་དབྱེ་ཞིབ་ཀྱི་བྱ་བར་གཞོལ་བཞིན་ཡོད་ལ། དུས་རབས་བཅུ་དགུ་པའི་ནང་ཀླད་པ་འདི་དབང་ཚོར་དང་། འདུ་ཤེས། སེམས་སྐྱོང་། རྣམ་རྟོག སེམས་བཅས་ཀྱི་བསྡི་གནས་ཡིན་པ་མངོན་གསལ་དུ་གྱུར་པ་ནས་བཟུང་ཀླད་པ་དང་དེའི་ལས་ཚུལ་ཐོག་ཞིབ་འཇུག་གི་བྱ་བ་ཆེས་རྒྱ་ཆེར་འཕེལ་ཡོད། དུས་རབས་ཉེར་གཅིག་པའི་ནང་དབང་རྩ་ཚན་རིག་དེ་ཉིད་ཚེ་སྲོག་ཆན་རིག་གི་ནང་གསེས་ཡན་ལག་གི་ཁྲོད་ནས་ཕལ་ཆེར་དོ་སྣང་ཆེ་ཤོས་སྐྱེ་གཞི་ཞིག་ཏུ་གྱུར་ཡོད་ལ། དེར་མ་ཟད། འགྲོ་བ་མིའི་གཤིས་སྤྱོད་འཕྱིར་ཚུལ་དང་བསམ་བློ་གཏོང་ཚུལ་སྐོར་ཤེས་རྒྱ་ཇེ་འཕེལ་དུ་སོང་བ་འདིས་མིའི་འཚོ་བ་དང་སྤྱི་ཚོགས་ཀྱི་ཆ་ཤས་ཀུན་ལ་ཤུགས་རྐྱེན་བཟོ་ངེས་རེད། ཕྱོགས་འདིར་ཞིབ་འཇུག་གི་བྱ་བ་གོང་འཕེལ་ཕྱིན་པའི་མཚོན་རྟགས་གཅིག་ནི། ཀླད་པ་དང་གཤིས་སྤྱོད་སྐོར་དབྱེ་ཞིབ་སྒྲུབ་བཞིན་པའི་ཚེད་ལས་རང་བཞིན་གྱི་ཚོགས་སྡེ་ཆེན་པོ་"དབང་རྩ་ཚན་རིག་གི་མཐུན་ཚོགས་"ཞེས་པ་དེའི་ཚོགས་མིའི་གྲངས་འབོར་ཕྱི་ལོ་ ༡༩༦༩ ལོར་མི་གྲངས་༥༠༠ ཡོད་པ་ནས་ད་ཆ་འཛམ་གླིང་ཁྱོན་དུ་༤༠༠༠༠ ཟིན་ལ་ཉེ་བའི་བར་འཕར་ཆ་བྱུང་བ་དེ་ཡིན།

སེམས་ཁམས་སྐོར་གང་རྒྱུས་ལོན་ཐུབ་པ་དེར་སྤྱོད་སྒོ་མང་དག་ཅིག་ཡོད་ལ། དེར་མ་ཟད། གོ་རྟོགས་དེ་རྣམས་མིའི་རྒྱུད་ཀྱི་མྱོང་བའི་ཆ་ཤས་ཕལ་ཆེར་གཅིག་ཀྱང་མ་ལུས་པ་ཀུན་ལ་འབྲེལ་བ་ཡོད་ཆོག དེས་ན་དབང་རྩ་ཚན་རིག་འདིས་སྐྱེ་དངོས་རིག་པ་དང་། རྫས་སྦྱོར་རིག་པ། དངོས་ཁམས་ཚན་རིག བཟོ་རྩལ་རིག་པ། སེམས་ཁམས་རིག་པ། མིའི་རང་བྱུང་འཕེལ་འགྲོས་རིག་པ་དང་། ཉེ་དུས་ཙམ་ནས་ཆོས་ལུགས་རིག་པའང་ཐེ་བའི་རིག་གནས་གཞན་མང་པོའི་སློལ་མཚམས་ཀྱིས་བསྡུས་པའི་གཞི་རྒྱ་ཆེ་བའི་གནས་དོན་སྣ་མང་ལ་འགྲེལ་མཚོན་བྱེད་ཀྱི་ཡོད། དབང་རྩའི་རིག་གནས་འདི་རིག་གནས་གཞན་མང་པོ་དང་སྦྲེལ་ནས་ཡོད་པ་འདིས་འདི་དང་འབྲེལ་བའི་གྲུབ་འབྲས་ཁྱད་ཐོན་ཕལ་མོ་ཆེ་འབྲེལ་ཡོད་རིག་གནས་གཞན་སོ་སོའི་ཆེད་མཁས་པ་དག་དང་མཉམ་འབྲེལ་སློབ་བསྒྲུབ་དགོས་པར་སྣེ་སྟོན་བྱེད། དངོས་འབྲེལ་རང་ལའང་། དབང་རྩ་ཚན་རིག་གི་རྙེད་རྟོགས་གསར་པ་དག་ལ་རྒྱུས་ལོན་བྱས་པའི་མཇུག་འབྲས་སུ་(མིའི་འགྲོ་བས་དཔལ་འབྱོར་གྱི་ཐག་གཅོད་ཇི་ལྟར་བྱེད་ཚུལ་དང་འབྲེལ་བའི་)དབང་རྩའི་ནོར་སྲིད་རིག་པ། (མིའི་འགྲོ་བས་ཚུལ་སྤྱོད་ཀྱི་ཐག་གཅོད་ཇི་ལྟར་བྱེད་ཚུལ་དང་འབྲེལ་བའི་)དབང་རྩའི་ཚུལ་སྤྱོད་རིག་པ། (མིའི་འགྲོ་བས་ཆོས་སེམས་གཉེར་བའི་རང་གཤིས་ཇི་ལྟར་དར་འཕེལ་བྱུང་ཚུལ་དང་འབྲེལ་བའི་)དབང་རྩའི་ཆོས་ལུགས་རིག་པ་ལྟ་བུ་བསླབ་བྱའི་རིག་གནས་རྩ་བ་ནས་གསར་པ་ཡིན་པ་དེ་འདྲ་མང་པོ་ཉེ་ཆར་རང་ཕྱིར་འབུས་ཡོད།

རིག་གནས་སྣ་མང་དང་སྦྲེལ་བའི་ཐབས་ལམ་འདི་བརྒྱུད་ཀླད་པ་དང་སེམས་ཁམས་ལ་དབྱེ་ཞིབ་བསྒྲུབ་ཏུ་ཡོད་པས་མ་ཟད། དབྱེ་ཞིབ་དེ་ཡང་བོངས་ཚད་དང་རྒྱ་ཁྱོན་གཉིས་ཐད་ནས་ཡར་ལྡན་དུ་བགྲོད་པའི་བང་རིམ་མང་པོའི་ནང་བསྒྲུབ་ཏུ་ཡོད། (དཔེ་རིས། ༣ ལ་ལྟོས།) དེའི་ཚུལ་ནི། འདུས་རྫུལ་རིམ་པའི་ནང་སྤྲི་རྫས་དང་། ཊི་ཨེན་ཨེ་དང་། ཕྲ་ཕུང་ཕན་ཚུན་སྦྲེལ་བའི་མ་ལག་བཅས་ཀྱི་སྐོར་དབྱེ་ཞིབ་བྱེད་དུ་ཡོད་ལ། ཕྲ་ཕུང་རིམ་པར་ནི་དབང་རྩ་ཕྲ་གཟུགས་ཁེར་རྐྱང་པ་དང་ཚོགས་འདུས་བཅས་ཀྱི་བྱེད་སྒོའི་ཚད་གཞི་དང་འབྲེལ་བའི་དབྱེ་ཞིབ་དང་། ཡང་། མ་ལག་རིམ་པར་ཀླད་པའི་ཆ་ཁུལ་སྣ་ཚོགས་པ་དེ་དག་མཉམ་རུབ་ཀྱིས་རྟོག་འཛིན་ཅན་གྱི་བྱེད་ལས་ཇི་ལྟར་འགྲུབ་ཚུལ་ཐད་རྟོག་ཞིབ་བྱེད་ཆོག མཐར། གཤིས་སྤྱོད་དང་ངེས་རྟོག་རིམ་པར་ལུས་པོ་སྤྱི་ཁོག་གི་བྱ་བ་དང་། དེར་མ་ཟད། རྣམ་རྟོག་དང་། དྲན་པ་དང་། སེམས་ཚོར་བཅས་ཀྱི་སྐོར་ཡང་ངེད་ཚོས་དབྱེ་ཞིབ་བྱེད་དུ་ཡོད། འདིར་ཁྱེད་ལའང་འཆར་སྣང་འབྱུང་སྲིད་པ་ལྟར། གོང་གསལ་རིམ་པ་སོ་སོར་དབྱེ་ཞིབ་བྱེད་པ་དེས་སྡེ་ཚན་ངེས་བཟུང་སོ་སོར་དམིགས་འཛུགས་པའི་རིག་གནས་བསྐྲུན་པའི་དམིགས་སྒོ་འབྱེད་ཀྱི་ཡོད། དེ་

ine, different levels of study lend themselves to different fields of specialization. For example, neurochemistry is most applicable at the molecular level, whereas neuropsychology is most related to the behavioral and cognitive level.

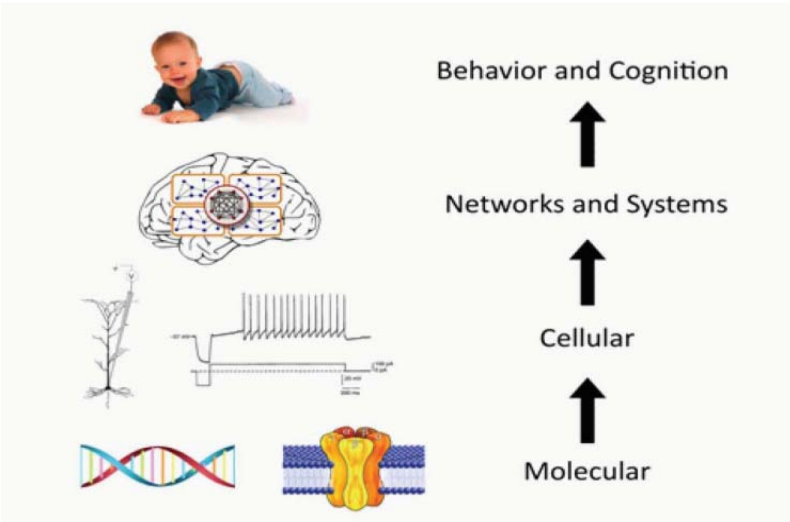


Figure 2: Neuroscience can be studied at many levels, ranging from small molecules to broad phenomena such as thoughts and behavior.

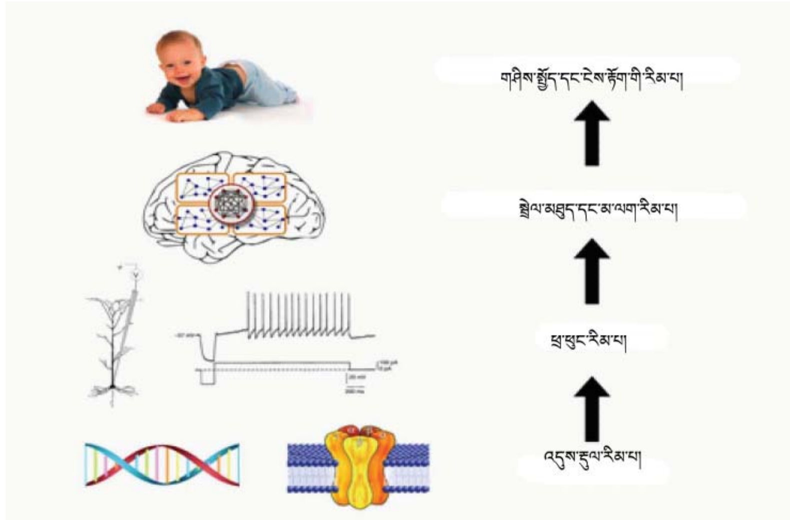
TIBETAN BUDDHIST/WESTERN CONTEXT

His Holiness the Fourteenth Dalai Lama has long been fascinated with neuroscience. He holds up neuroscience as a nexus for synergy, a crossroads for mutual learning and growth for both Western and Tibetan Buddhist cultures and learning traditions. Such growth could certainly benefit the science of both traditions, but His Holiness also suggests benefits far beyond. In a renowned speech to the Society for Neuroscience in 2005, he said:

> . . . a dialogue between neuroscience and society could have profound benefits in that it may help deepen our basic understanding of what it means to be human and our responsibilities for the natural world we share with other sentient beings. . . I believe that the collaboration between neuroscience and the Buddhist contemplative tradition may shed fresh light on the vitally important question of the interface of ethics and neuroscience.

How does the brain work? How are brain and mind related? How do we and other organisms sense, perceive, think, and behave, and why? What is consciousness and how does it work? Can we gain a deeper, more nuanced understanding of the big questions in neuroscience by gaining a richer understanding of the big questions in Buddhism and vice versa? Such questions represent the driving force of the Emory-Tibet Science Initiative and His Holiness' vision: learn more by learning from each other.

ཡང་དཔེར་ན། དབང་རྩའི་རྫས་སྦྱོར་རིག་པ་ནི་གཙོ་ཆེར་འདུས་རྡུལ་རིམ་པ་དང་འབྲེལ་བ་ཡོད་ཅིང་། དབང་རྩའི་སེམས་ཁམས་རིག་པ་ནི་གཙོ་བོ་གཤིས་སྤྱོད་དང་ངེས་རྟོག་རིམ་པར་འབྲེལ་བ་ཡོད་པ་རེད།



དཔེ་རིས། ༢ དབང་རྩ་ཚན་རིག་གི་ཤེས་བྱ་རྣམས་ཆུང་ས་འདུས་རྡུལ་ཕྲ་མོའི་རིམ་པ་ནས་ཆེ་ས་རྣམ་རྟོག་དང་གཤིས་སྤྱོད་ཀྱི་རིམ་པའི་བར་ཏེ། རིམ་པ་སྣ་མང་གི་ངོས་ཐད་ནས་དབྱེ་ཞིབ་བྱེད་འཐུས།

བོད་བརྒྱུད་ནང་བསྟན་དང་འཛམ་གླིང་ནུབ་ཕྱོགས་ཀྱི་ད་ལྟའི་གནས་བབ།

༧གོང་ས་ཏཱ་ལའི་བླ་མ་སྐུ་ཕྲེང་བཅུ་བཞི་པ་ཆེན་པོ་མཆོག་གིས་ད་ཕན་དུས་ཡུན་རིང་མོ་ཞིག་ནས་དབང་རྩ་ཚན་རིག་གི་ཤེས་བྱར་དམིགས་བཙུགས་པའི་ཐུགས་སྣང་གཏད་ཡོད་ལ། ཁོང་གིས་དབང་རྩ་ཚན་རིག་འདི་ཉིད་ཤར་ནུབ་ཀྱི་སློལ་རྒྱུན་གཉིས་མཉམ་སྦྲེལ་བྱེད་པའི་མཐུད་མཚམས་ཤིག་སྟེ། ནུབ་ཕྱོགས་དང་བོད་བརྒྱུད་ནང་བསྟན་གཉིས་ཀྱི་རིག་གཞུང་དང་ཤེས་རིག་སློལ་རྒྱུན་དབར་ཕན་ཚུན་འཚར་སྐྱེད་དང་རྟོགས་སད་ཀྱི་ལམ་མདོ་ཞིག་ཏུ་ངོས་འཛིན་གནང་ཡོད། འཚར་སྐྱེའི་བྱ་བ་དེ་ལས་སློལ་རྒྱུན་གཉིས་ཀའི་ཚན་རིག་སོ་སོར་དགེ་མཚན་འབྱུང་ངེས་ཡིན་མོད། ༧གོང་ས་མཆོག་གི་དགོངས་པར་ནི་དེའི་དགེ་མཚན་རྣམས་གོང་གསལ་ལས་ཀྱང་ཆེས་བརྒྱལ་ངེས་པར་བཞེད་དེ། ཕྱི་ལོ་ ༢༠༠༥ ནང་དབང་རྩ་ཚན་རིག་གི་མཐུན་ཚོགས་སུ་སྩལ་བའི་གྲགས་ཆེ་བའི་གསུང་བཤད་དེའི་ནང་༧གོང་ས་མཆོག་གིས་འདི་ལྟར།

> “…དབང་རྩ་ཚན་རིག་དང་མིའི་སྤྱི་ཚོགས་དབར་བསྒྲུབ་བཞིན་པའི་གླེང་མོལ་དེས་ཆེས་བཀྲིང་བའི་དགེ་མཚན་སྣ་མང་ཞིག་བསྐྲུན་སྲིད་པ་ནི། དེ་ལས་མིའི་འགྲོ་བའི་གཞི་རྩའི་ངོ་བོ་ངོས་འཛིན་ཐད་གོ་རྟོགས་ཟབ་ཏུ་གཏོང་རྒྱུར་དང་། འགྲོ་བ་སེམས་ཅན་གཞན་དང་ཐུན་མོང་དུ་ལོངས་སྤྱོད་པའི་རང་བྱུང་འཛིག་རྟེན་ཁམས་ལ་བརྟེན་པའི་ང་ཚོའི་འགན་ཁུར་ཇི་ཡིན་གྱི་ངོས་འཛིན་ཐད་གོ་རྟོགས་ཟབ་ཏུ་གཏོང་རྒྱུར་ཕན་ཐོགས་འབྱུང་ཉུང་བས་ཡིན།” ཅེས་དང་།
>
> “…དབང་རྩ་ཚན་རིག་དང་ནང་པ་སངས་རྒྱས་པའི་སྒོམ་སྒྲུབ་སློལ་རྒྱུན་གཉིས་དབར་ལག་སྦྲེལ་བྱུང་བ་འདིས་དབང་རྩ་ཚན་རིག་དང་བཟང་སྤྱོད་ཚུལ་ཁྲིམས་གཉིས་ཀྱི་ཕན་ཚུན་འབྲེལ་བར་འཁྲིལ་བའི་གལ་འགངས་ཆེ་བའི་གནད་དོན་ཐད་གསལ་ཆ་གཏོང་རྒྱུར་ང་ལ་ཡིད་ཆེས་ཡོད།” ཅེས་གསུངས་ཡོད།

ཀླད་པ་ཇི་ལྟར་ལས་ལ་འཇུག་གམ། ཀླད་པ་དང་སེམས་ཁམས་གཉིས་ཕན་ཚུན་ཇི་ལྟར་འབྲེལ་ལམ། མིའི་འགྲོ་བ་དང་སྐྱེ་ལྡན་སྲོག་ཆགས་གཞན་རྣམས་ཀྱིས་ཚུལ་ཇི་ལྟར་དུ་རང་གི་ཡུལ་ཚོར་ཞིང་རིག་པ་དང་། དོན་སེམས་ཤིང་བྱ་སྤྱོད་ལ་ཞུགས་སམ། དེ་ལྟར་ནུས་པ་ཅིས་ཡིན་ནམ། ཤེས་པ་ཞེས་པ་གང་ཡིན་ནམ། དེ་ཚུལ་ཇི་ལྟར་དུ་ལས་ལ་འཇུག་གམ། ནང་ཆོས་ཀྱི་གནད་དོན་ཆེ་ཁག་དག་ལ་གོ་རྟོགས་འཕེལ་བ་དེས་དབང་རྩ་ཚན་རིག་གི་གནད་དོན་ཆེ་ཁག་དག་ལ་ཟབ་ཅིང་ཞིབ་ཆ་ལྡན་པའི་གོ་རྟོགས་བསྐྱེད་ནུས་སམ། དེ་བཞིན་དུ་ཚུར་ཡང་ཤུགས་རྐྱེན་དེ་ལྟར་བཟོ་ནུས་སམ། གོང་གསལ་དྲི་བ་རྣམས་ཀྱིས་༧གོང་ས་མཆོག་གི་དགོངས་བཞེད་དང་། ཨེ་མོ་རི་དང་བོད་ཀྱི་ཚན་རིག་ལས་རིམ་འདིའི་སྙལ་ཤུགས་མཚོན་པར་བྱེད་ལ། དེ་ཡང་སློལ་རྒྱུན་གཉིས་དབར་ཕན་ཚུན་བློ་སྐྱེད་སྤེལ་རེས་ཀྱིས་སོ་སོའི་ཤེས་རྒྱ་མཐོར་འདེགས་བྱེད་རྒྱུ་དེ་རེད།

SCIENCE CONTEXT

When the Dalai Lama honored Emory University with his request to develop a comprehensive contemporary science curriculum for Tibetan monastics, he specifically asked that neuroscience be a major thrust of the initiative. As you will see in the Neuroscience Primers, neuroscience is very much a part of the life sciences as well as the social sciences. As we noted above, a true appreciation of the big questions in neuroscience listed above requires an appreciation of the basic underlying information and concepts of the life sciences (presented in the Life Sciences Primers): evolution, cell biology, genetics, development, and physiology. For this very reason, when we initially taught this material to the monks and nuns in Dharamsala, the Life Sciences teaching was always before the Neurosciences teaching, so the former could set the stage for the latter. To help you understand and engage the neurosciences, we will often refer to particular parts of the Life Sciences Primers.

HISTORICAL CONTEXT IN THE WEST

Two concurrent and seemingly paradoxical themes about the mind and the body weave themselves through western thought to this day. One, rooted in the philosophy of the ancient Greeks and René Descartes' and his famous 17th century dictum 'I think, therefore I am', says that mind—thoughts, ideas—and body—the physical brain and its related constituents—occupy separate spaces, are separable phenomena. The other is articulated by contemporary neuroscientist Antonio Damasio: 'This is Descartes' error: the abyssal separation between body and mind, between the sizable, dimensioned, mechanically operated, infinitely divisible body stuff, on the one hand, and the unsizable, undimensioned, unpushpullable, nondivisible stuff: the suggestion that reasoning, and moral judgment, and the suffering that comes from physical pain or emotional upheaval might exist separately from the body....' Thus, Damasio suggests that the mind and body are not separate at all.

More or less ever since we could think thoughts like these, humans have struggled to identify *where* the mind might be located and to account for the vast diversity of interpretation of shared human experience. Ancient Egyptians (3000-4000 years ago) considered the heart the central organ of thought, emotion, and soul. The heart, not the brain, was carefully removed and preserved in special containers separate from the mummified body of the dead.

ཚན་རིག་གི་ད་ལྟའི་གནས་བབ།

༄གོང་ས་མཆོག་གིས་བོད་ཀྱི་དགོན་སྡེ་ཁག་གི་ཆེད་ཚན་རིག་སློབ་ཚན་འཕྲུས་སྒོ་ཚང་བ་ཞིག་ཨེ་མོ་རི་གཙུག་ལག་སློབ་གཉེར་ཁང་འདི་ནས་བསྒྲིག་དགོས་པའི་བཀོད་མངགས་མཛད་སྐབས། ཁོང་གིས་དབང་རྩ་ཚན་རིག་འདི་ཉིད་ལས་གཞི་དེའི་ཆ་ཤས་གཙོ་བོའི་གྲས་སུ་འཛུག་དགོས་པའི་བཀའ་ནན་པོ་གནང་ཡོད། དབང་རྩ་ཚན་རིག་གི་སྔོན་འགྲོའི་སློབ་དེབ་དག་ལས་ཤེས་གསལ་ལྟར་དབང་རྩ་ཚན་རིག་ནི་ཆེ་སྲོག་ཚན་རིག་གི་འབྲལ་དུ་མེད་པའི་ཆ་ཤས་ཤིག་ཡིན་པར་མ་ཟད། སྤྱི་ཚོགས་ཚན་རིག་གི་འང་ཆ་ཤས་ཤིག་རེད། གོང་དུ་བགྲངས་པའི་དབང་རྩ་ཚན་རིག་དང་འབྲེལ་བའི་དོན་གནད་ཆེན་པོ་དེ་རྣམས་ཇི་ལྟ་བ་བཞིན་ཁོང་དུ་ཆུད་པར་འཕེལ་འགྱུར་རིག་པ། ཐ་སྙད་སྐྱེ་དངོས་རིག་པ། རིགས་རྫས་རིག་པ། ལུས་པོའི་འཚར་འཕེལ་རིག་པ། ལུས་ཁམས་རིག་པ་ལྟ་བུ(ཆེ་སྲོག་ཚན་རིག་གི་སྔོན་འགྲོའི་སློབ་དེབ་དག་ཏུ་བཀྲལ་བའི་)ཆེ་སྲོག་ཚན་རིག་གི་རྨང་གཞིའི་རིག་པ་དང་གནས་དོན་རྣམས་ངེས་པར་ཤེས་དགོས། རྒྱུ་མཚན་འདི་ལ་བརྟེན་ནས་ང་ཚོས་རྣ་སར་གྲྭ་བཙུན་ཚོར་སློབ་ཚན་འདིའི་ནང་དོན་ཐོག་མར་སློབ་ཁྲིད་བྱེད་སྐབས་ཡུལ་རྟོགས་པའི་གོ་རིམ་གྱི་དབང་དུ་བྱས་ནས་གནས་སྐབས་ཀུན་ཏུ་དབང་རྩ་ཚན་རིག་སློབ་ཁྲིད་བྱེད་པའི་སྔོན་དུ་ཆེ་སྲོག་ཚན་རིག་གི་སློབ་ཚན་བཞག་དང་འཛུག་བཞིན་ཡོད། འདིར་ཡང་ཁྲིད་སློབ་མ་ཚོར་དབང་རྩ་ཚན་རིག་དང་འབྲེལ་བའི་གནད་དོན་ཤེས་རྟོགས་དང་དངོས་མྱོང་ར་སྤྲོད་འབྱུང་བར་ཕན་ཆེད་ང་ཚོས་ཆེ་སྲོག་ཚན་རིག་གི་སྔོན་འགྲོའི་སློབ་དེབ་དག་ལ་བསྐྱར་ནས་ཡང་དུ་འབྲེལ་གཏུགས་ཁ་འཕངས་བྱ་རྒྱུ་ཡིན།

ནུབ་ཕྱོགས་པའི་བྱུང་རབས་ལོ་རྒྱུས་ཀྱི་འབྲེལ།

ད་བར་ལུས་སེམས་དང་འབྲེལ་བའི་ནུབ་ཕྱོགས་པའི་གྲུབ་མཐའི་ལྟ་ཚུལ་ཁྲིད་དོན་ལ་མགོ་མཇུམ་ཞིང་། སྣང་ཚོད་དུ་འགལ་ཟླ་ལྟ་བུར་མངོན་པའི་དམ་བཅའ་གཉིས་འཁྲིལ་ནས་ཡོད་པ་སྟེ། གཅིག་ནི། སེམས་(རྣམ་རྟོག་དང་རིག་པ་རྣམས་)དང་ལུས་(ཀླད་པ་དང་དེ་དང་འབྲེལ་བའི་ཆ་ཤས་རྣམས་)གཉིས་ཡུལ་གྱི་གོ་ས་སོ་སོ་གཟུང་ཞིང་། དེ་གཉིས་སོ་སོར་ཕྱེར་ཡོད་པར་བལྟས་པ་དེ་ཡིན་ལ། འདི་ནི་མཐར་གཏུགས་ན་གནའ་བོའི་སྒྲི་རིཀ་དང་རེ་ཎེ་ཊེ་ཀཱརྟ་བཅས་ཀྱི་ལྟ་གྲུབ་ལ་ཐུག་པ་དང་། ལྷག་པར་རེ་ཎེ་ཊེ་ཀཱརྟ་ཀྱི་"ང་ཡིས་སེམས་སོ། །དེས་ན་ང་མཆིས་སོ།།"ཞེས་པའི་གྲགས་ཆེ་བའི་ངག་རྒྱུན་དེར་ཐུག་ཡོད། དམ་བཅའ་གཞན་དེ་ནི། དེང་རབས་པའི་དབང་རྩ་ཚན་རིག་པ་ཨེན་ཊོ་ནི་ཡོ་ཊ་མ་ཛི་ཡོ་ཡིས་སྨྲས་པའི་བརྒྱལ་ལན་ལས་གསལ་ཁ་ཐོན་ཏེ། ཁོང་གིས་འདི་ལྟར། "ཊེ་ཀཱརྟ་ཀྱི་ནོངས་པ་ནི་འདི་ཡིན་ཏེ། ལུས་སེམས་གཉིས་དབར་འདུམ་དུ་མེད་པའི་གཡང་ཁ་གཟར་པོས་ཆོད་པར་འདོད་པ་སྟེ། གཅིག་ཤོས་ལུས་དེ་གཏོས་ཆེ་ཞིང་ཕྱོགས་ཀྱི་ཆ་དང་བཅས་ལ། འཕྲུལ་འཁོར་གྱིས་ཁ་ལོ་བསྒྱུར་ཞིང་། མཐའ་མེད་དུ་ཆ་སོ་སོར་ཕྱེར་ཡོད་པར་བཟུང་བ་དང་། དེ་ལས་གཞན་སེམས་ནི་གཏོས་མེད་ལ་ཕྱོགས་ཀྱི་ཆ་དང་མི་ལྡན་པ་དང་། འབུད་འཐེན་གྱི་ཡུལ་དུ་མ་གྱུར་ཅིང་། ཆ་སོ་སོར་ཕྱེར་མེད་པར་བལྟས་སོ། །འདིས་ནི་གཏན་ཚིགས་འགོད་པ་དང་། ཚུལ་དང་ལྡན་མི་ལྡན་གྱི་ཐག་གཅོད་ཀྱི་བྱ་བ་དང་། གཞན་ཡང་ལུས་ཀྱི་ན་ཟུག་དང་སེམས་ཁམས་མ་སྙོམས་པ་ལས་འབྱུང་བའི་སྡུག་བསྔལ་རྣམས་ལུས་ལས་ལོགས་སུ་འགྲུབ་རུང་བར་སྣེ་སྟོན་བྱེད་དོ། །" ཞེས་བཤད། དེས་ན་ཊ་མ་ཛི་ཡོ་རང་གི་ལུགས་ལ་ལུས་སེམས་གཉིས་ཐ་དད་ལོགས་སུ་གྲུབ་པ་ཞིག་གཏན་ནས་མིན་པར་འདོད་དོ།།

འགྲོ་བ་མི་རྣམས་གོང་གསལ་ལྟར་མནོ་བསམ་འཁོར་མཁན་ཞིག་ཏུ་ནམ་གྱུར་པ་ནས་བཟུང་ད་བར་དེང་ཚོ་མི་རྣམས་ཀྱིས་སེམས་ཀྱི་*རྟེན་གཞི*གང་ཡིན་མིན་འཚོལ་བར་ཞུགས་པ་དང་། ཀུན་གྱིས་མཉམ་པར་སྤྱོད་པའི་མིའི་འགྲོ་བའི་ཐུན་མོང་གི་མྱོང་བ་འདིའི་ཐད་ལྟ་ཚུལ་མི་མཐུན་པའི་རྣམ་གྲངས་དེ་འདྲ་ཅིའི་ཕྱིར་བྱུང་མིན་གྱི་རྒྱུ་མཚན་འཚོལ་བར་ཞུགས་ཡོད། (མི་ལོ་ ༣༠༠༠-༩༠༠༠ ཡར་སྔོན་དུ་)གནའ་བོའི་ཨི་ཇིབ་ཏེ་མི་རིགས་རྣམས་ཀྱིས་སྙིང་ཁམས་དེ་རྣམ་རྟོག་དང་། སེམས་མྱོང་དང་། རྣམ་ཤེས་བཅས་ཀྱི་བསྟི་གནས་སུ་གྱུར་པའི་དབང་པོ་ལྟེ་བར་ངོས་འཛིན་བྱས་ཤིང་། དེ་དག་གིས་གཤིན་པོའི་ཕུར་གདུང་ཉར་འཆག་བྱས་པའི་ཕུང་པོ་ནས་ཀླད་པའི་ཚབ་ཏུ་སྙིང་ཁམས་བླངས་ཏེ་སྣོད་སྤྱད་ལོགས་ཤིག་ཏུ་གཉེར་བ་སོགས་བྱེད་སྲོལ་ཡོད།

Aristotle, the Greek philosopher whose ideas helped shape much of Western thought for centuries after his death in 332 BC, also considered the heart the locus of thought and emotion. The heart still takes a central place in modern cultures, for example, in Japan where, probably due to the influence of the Shinto religion, one is not considered dead until the heart stops—unlike in America where more attention is paid to brain activity. However, the importance of the heart is still found embedded in many English phrases and concepts. We talk about the 'heart of the problem', meaning the central, most important part of it; much of our language concerning love involves the word and symbol of the heart; also, we use phrases like 'in my heart, I knew it to be true' and 'that was a heartless act', meaning it was cruel.

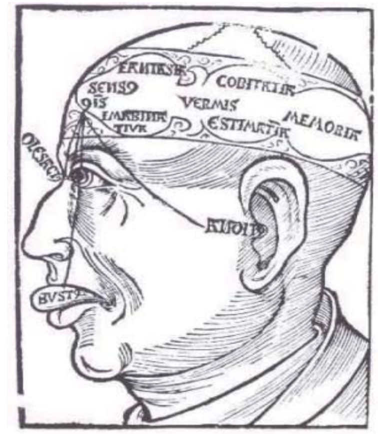


Figure 3: Medieval philosophers' described fluid-filled spaces of the brain, known as ventricles. Ventricles were where "animal spirits" circulated to form sensations, emotions, and memories.

Basing his conclusions on the effects of brain injuries, the Greek physician Galen saw the brain as the home of thought and emotion. Galen lived from 131-201 AD and his ideas drove Western medicine for more than a thousand years. Early thinkers were challenged by the problem of how representations in the mind are related to external phenomena, that is, how the material becomes immaterial. Although they formulated different solutions to this problem, each assumed that the mind could not be a physical phenomenon; thus, a distinction between mental and material phenomena was not questioned.

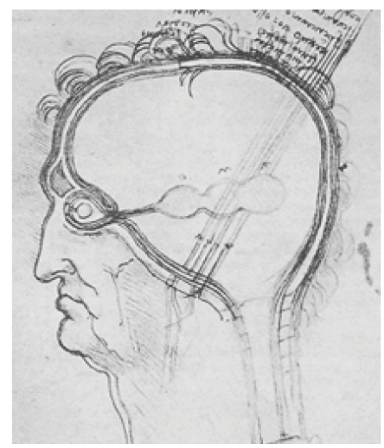


Figure 4: One of Leonardo da Vinci's early anatomical drawings of the human skull and brain.

Building on the views of ancient Greeks, medieval philosophers 'solved' the physical/mental problem by saying the fluid-filled spaces of the brain they observed (known now as ventricles) were where the "animal spirits" circulated to form sensations, emotions, and memories (Figure 3).

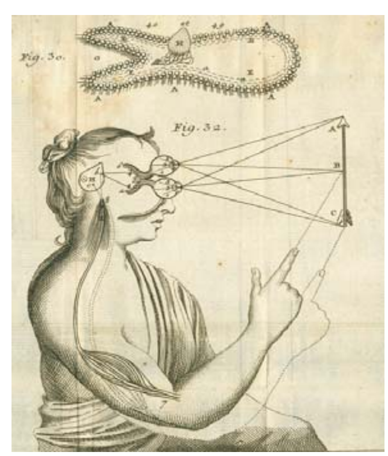
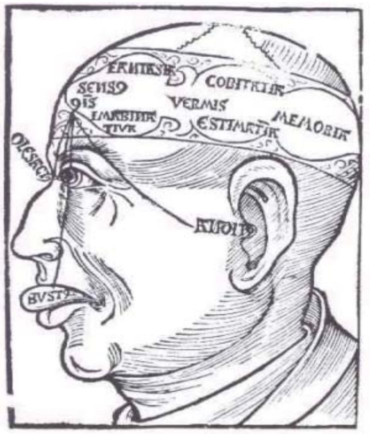


Figure 5: Descartes' rendering of the pineal gland (circled). The gland, according to Descartes, existed on one side of the body and dictated sensation.

During the Renaissance in Europe, from roughly 1450-1650, the ideas of the ancient Greeks were re-examined; this ushered in a period of intense scientific exploration, including anatomical studies in animals and humans that revealed the true gross anatomy of the brain (Figure 4). New questions were raised: since dissection demonstrated that the ventricles are not the spaces through which animal spirits flow, then where do the spirits or soul live? Descartes, as we note above, had an answer; he drew a sharp distinction between the rational soul and the body. He thought that soul/mind and body made contact in a particular part of the brain called the pineal gland, because, his reasoning went, it is the only structure that is singular, not duplicated on both sides of the brain. Conscious sensation (body affecting mind) could arise through the connection made in the pineal gland. Reciprocally, the soul/mind could initiate a flow of animal spirits (Figure 5).

སྤྱི་ལོ་མ་བྱུང་གོང་གི་ལོ་ངོ་༣༣༡ ཐོག་འདས་གྲོངས་སོང་རྗེས་ལོ་ངོ་བརྒྱ་ཕྲག་དུ་མའི་རིང་རང་གི་རིག་པ་དག་གིས་ནུབ་ཕྱོགས་པའི་ལྟ་ཚུལ་ལ་ཤུགས་རྐྱེན་ཆེན་པོ་བཟོས་སྐྱོང་བའི་ཕྱི་རིག་ཡུལ་གྱི་ལྟ་གྲུབ་སྨྲ་བོ་ཨེ་རི་སི་ཊོ་ཊལ་གྱིས་ཀྱང་སྐྱེ་བོའི་སྙིང་ཤ་དེ་ཉིད་རྣམ་རྟོག་དང་སེམས་སྐྱོང་གི་བསྟི་གནས་སུ་བཟུང་ཡོད། རི་པིན་གྱིས་མཚོན་པའི་དེང་རབས་ཀྱི་རིག་གཞུང་དག་ཏུའང་སྙིང་ཤས་སྨྲ་མཐུད་དུ་དོན་སྙིང་གི་གནས་བབ་གཟུང་གིན་ཡོད། དེ་ལ་ཨ་རིའི་ཁུལ་དུ་མི་ཞིག་ཤི་དང་མ་ཤིའི་གནས་བབ་རྟོག་ཞིབ་བྱེད་པ་ན་གཙོ་ཆེར་དེའི་ཀླད་པའི་ལས་ཚུལ་དང་འབྲེལ་ནས་འགྲེལ་བརྗོད་བྱེད་ལ། འོན་ཀྱང་རི་པིན་དུ་ནི་སྐྱེ་བོའི་སྙིང་གི་འཕར་ལྡིང་མ་འགགས་བར་མི་བུ་དེ་ཤི་བར་ངོས་འཛིན་མི་བྱེད། ལྟ་ཚུལ་འདི་ནི་ཕལ་ཆེར་ཡུལ་དེའི་ཤིན་ཏོ་ཆོས་ལུགས་ཀྱི་ཤུགས་རྐྱེན་ཡིན་སྲིད། དེ་བཞིན་དུ་དབྱིན་སྐད་ཀྱི་ཚིག་འགྲོས་དང་ལྟ་སྟངས་མང་པོར་སྙིང་ཁམས་ལ་གཙིགས་ཆེར་བཟུང་བའི་རྣམ་འགྱུར་ད་ལྟའང་རྙེད་དུ་ཡོད། དེ་ཡང་(དབྱིན་སྐད་ནང་)"རྙོག་ཁྲ་དེའི་སྙིང་ཁམས་"ཞེས་བརྗོད་སྲོལ་ཡོད་ཅིང་། དེ་ནི་གནས་དོན་ཞིག་གི་སྙིང་པོའམ་གལ་གནད་ཆེ་ཤོས་ཀྱི་ཆ་དེར་གོ་བ་རེད། དེ་བཞིན་དུ་བརྩེ་གདུང་དང་འབྲེལ་བའི་བརྗོད་པ་མང་དག་ཅིག་ནང་སྙིང་ཁམས་ཀྱི་མིང་ཚིག་དང་མཚོན་རྟགས་སྤྱིལ་ཡོད། གཞན་ཡང་(དབྱིན་སྐད་ནང་)"ངའི་སྙིང་གི་སྡིངས་སུ་གནས་དོན་དེ་བདེན་པ་ཡིན་པར་ཤེས་སོང་།"ལྟ་བུ་བརྗོད་ལ། དེ་བཞིན་དུ་གདུག་རྩུབ་ཆེ་ཚུལ་མཚོན་ཆེད་(དབྱིན་སྐད་ནང་)"དེ་ནི་སྙིང་ཁམས་མེད་པའི་བྱེད་སྟངས་ཤིག་རེད།"ཅེས་པའི་ཚིག་འགྲོས་བེད་སྤྱོད་བྱེད་སྲོལ་ཡོད།

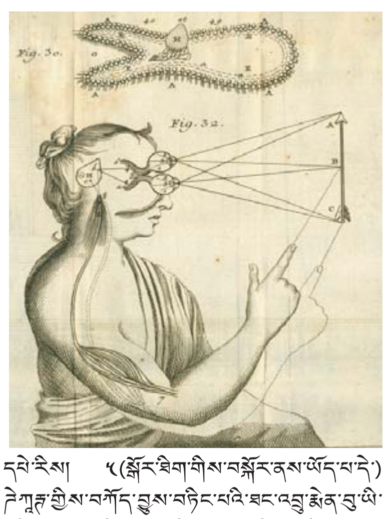


དཔེ་རིས། ༣ དུས་རབས་དཀྱིལ་མའི་ལྟ་གྲུབ་སྨྲ་བོ་དག་གིས་ཁུང་ཤག་ཏུ་འབོད་པ་རྣན་ཆུས་ཁེངས་པའི་ཀླད་པའི་བར་སྟོང་གི་ཆ་དེའི་སྐོར་འགྲེལ་བརྗོད་བྱས་ལ། ཁུང་ཤག་དེ་དག་ཏུ"ཤེས་པའི་རྒྱུན"རྒྱུག་པའི་སྒོ་ནས་ཚོར་སྐྱོང་དང་། སེམས་སྐྱོང་། དྲན་པ་རྣམས་འགྲུབ་པར་བཤད།

དེ་ལྟར་ནའང་སྤྱི་རིག་གི་སྨན་པ་སྐྱི་ལེན་གྱིས་ཀླད་པའི་ཉམས་སྦྱོང་དག་གི་རྗེས་འབྲས་རྣམས་གཞི་ལ་བཞག་ནས་ཀླད་པ་དེ་རྣམ་རྟོག་དང་སེམས་སྐྱོང་གི་བསྟི་གནས་སུ་ངོས་འཛིན་བྱས། སྐྱི་ལེན་ཁོང་སྤྱི་ལོ་ ༡༣༡ ནས་ ༢༠༡ བར་འཚོ་སྡོད་བྱས་ཤིང་། ལོ་ངོ་ཆིག་སྟོང་ལྷག་ཙམ་རིང་ཁོང་གི་རིག་པ་དག་གིས་ནུབ་ཕྱོགས་པའི་སྨན་དཔྱད་ལམ་སྲོལ་གྱི་ཁ་ལོ་བསྒྱུར་ཡོད། དེ་ཡང་གནའ་བོའི་བསམ་བློ་བ་རྣམས་ཀྱི་མདུན་སྣང་དཀའ་ཁག་ཅིག་ལྷག་པ་དེ་ནི། སེམས་ཀྱི་སྣང་ཆ་རྣམས་ཕྱི་རོལ་ཡུལ་དང་ཇི་ལྟར་འབྲེལ་ཚུལ་དེ་རེད། དེ་ཉིད་ཚིག་གཞན་དུ་བརྗོད་ན། གཟུགས་ཅན་གྱི་དངོས་པོ་རྣམས་གཟུགས་ཅན་མིན་པའི་ངོ་བོར་ཇི་ལྟར་འགྱུར་རམ་ཞེས་པ་དེ་རེད། བྱུང་རབས་ལོ་རྒྱུས་ཁྲོད་བསམ་བློ་བ་དེ་དག་གིས་གོང་གསལ་དཀའ་གནད་དེར་ལན་འདེབས་བྱེད་ཚུལ་རྣམ་གྲངས་མང་པོ་ཞིག་ཡོད་ཀྱང་། ཀུན་གྱིས་སེམས་འདི་ཉིད་གཟུགས་ཅན་གྱི་དངོས་པོ་ཞིག་གཏན་ནས་ཡིན་མི་ཆོག་པ་ཞིག་ཏུ་དང་ཐོག་ནས་བཟུང་ཡོད། དེས་ན་དེ་དག་གིས་སེམས་དང་གཟུགས་ཅན་དབར་གྱི་ཁྱད་པར་དེ་བསྟོན་མེད་ཅིག་ཏུ་བལྟས་པ་རེད།


དཔེ་རིས། ༤ ལེ་ཨོ་ནར་ཌོ་ཌ་ཝིན་ཅི་ཡིས་སྤྲ་ས་ནས་བྲིས་པའི་མིའི་ཀ་ལི་དང་ཀླད་པའི་ནང་ཆའི་འདྲ་རིས་མང་པོའི་ནང་ནས་གཅིག

དེ་རྗེས་དུས་རབས་བར་མའི་ལྟ་གྲུབ་སྨྲ་བ་རྣམས་ཀྱིས་གནའ་བོའི་སྤྱི་རིག་ལྟ་གྲུབ་སྨྲ་བ་དག་གི་འདོད་པ་དེ་གཞིར་བཞག་པའི་སྟེང་། གོང་གསལ་ལུས་སེམས་ཀྱི་འབྲེལ་བའི་དཀའ་རྙོག་དེ་སེལ་ཐབས་སུ་འགྲེལ་བཤད་འདི་ལྟར་བྱས་ཡོད་དེ། རྣན་ཆུས་ཁེངས་པའི་ཀླད་པའི་བར་སྟོང་གི་ཆ(དེར་ཁུང་ཤག་ཟེར་)དེ་དག་ཏུ"ཤེས་པའི་རྒྱུན"རྒྱུག་པའི་སྒོ་ནས་ཚོར་སྐྱོང་དང་། སེམས་སྐྱོང་། དྲན་པ་རྣམས་འགྲུབ་ཚུལ་བཤད་(དཔེ་རིས། ༣)།



དཔེ་རིས། ༥(སྒྲོར་ཐིག་གིས་བསྒྲོར་ནས་ཡོད་པ་དེ་) ཊེ་ཀཱརྟ་གྱིས་བཀོད་བྱུས་བཏིང་བའི་ཐང་འབྲུ་སྨིན་བུ་ཡི་དཔེ་རིས་ཤིག་རེད། ཊེ་ཀཱརྟ་གྱིས་སྨིན་བུ་དེ་ལུས་ཀྱི་གཞོགས་གཅིག་ཏུ་འཁོད་ཡོད་པ་དང་། དེས་ཚོར་སྐྱོང་སྐྱོང་བར་འདོད།

དེ་ནས་རགས་རྗེས་ཀྱི་དབང་དུ་སྤྱི་ལོ་ ༡༥༥༠-༡༦༥༠ བར་དེ། ཡུ་རོབ་ཁུལ་དུ་རིག་རྩལ་བསྐྱར་དར་བྱུང་བའི་སྐབས་སྟར་ཀྱི་གནའ་བོའི་སྤྱི་རིག་ལྟ་ཚུལ་དག་ལ་བསྐྱར་ཞིབ་བྱས་ལ། འདི་ལས་ཀླད་པའི་ནང་ཆ་རགས་པ་དངོས་ལ་རིག་ཐུབ་གི་ལམ་ནས་མི་དང་དུད་འགྲོའི་ནང་ཁྲོལ་དབྱེ་ཞིབ་བྱེད་རྒྱུས་མཚོན་ཚན་རིག་གི་ཞིབ་དཔྱད་དམ་པོ་བྱེད་པའི་དུས་སྐབས་ཤར་ཡོད་(དཔེ་རིས། ༤)། སྐབས་དེ་དག་ཏུ་དྲི་བ་གསར་པ་མང་པོ་འབྱུས་ཡོད་པ་ནི་དཔེར་ན། གཤག་དཔྱད་བྱས་པ་བརྒྱུད་ཁུང་ཤག་དེ་དག"ཤེས་པའི་རྒྱུན"རྒྱུག་སའི་སྟོང་ཆ་མིན་པར་རྙེད་པས། ད་ནི་ཤེས་པའམ་རྣམ་ཤེས་ཀྱི་གནས་གང་ཡིན་ནམ་ལྟ་བུ་ཡིན། གོང་དུ་གསལ་བ་བཞིན། དེར་ཊེ་ཀཱརྟ་གྱིས་ལན་འདེབས་ཤིག་བྱས་ཡོད་ཅིང་། ལན་འདེབས་དེར་ཁོང་གིས་ལུས་དང་རྣམ་དཔྱོད་ཅན་གྱི་སེམས་གཉིས་དབར་ཁྱད་པར་ཕྲ་མོ་ཞིག་ཕྱེས་ལ། ཁོང་གི་དགོངས་པར་སེམས་/རྣམ་ཤེས་དང་ལུས་གཉིས་པོ་ནི་ཐང་འབྲུ་སྨིན་བུར་འབོད་པ་ཀླད་པའི་ཆ་ཤས་ངེས་ཅན་དེའི་ཁུལ་དུ་ཕན་ཚུན་ཐུག་ཅིང་འཕྲད་ལ། དེའི་རྒྱུ་མཚན་ནི་ཐང་འབྲུ་སྨིན་བུ་དེ་ཉིད་ཀླད་པའི་གཡས་གཡོན་གྱི་ཕྱེད་གཉིས་སོ་སོར་ངོ་འདྲ་རེ་གྲུབ་ནས་ཡོད་པ་དེ་འདྲ་མིན་པར། ཀླད་པའི་ནང་དུ་ཆ་མེད་ཡ་རྐྱང་དུ་གནས་པའི་བཀོད་པ་གཅིག་པུ་དེ་ཡིན་པའི་ཕྱིར་ཞེས་བཀོད་ཡོད། ཐང་འབྲུ་སྨིན་བུའི་སྦུག་ཏུ་དེ་ལྟའི་ཕྲད་སྦྱོར་བྱུང་བའི་དབང་གིས་ཚོར་སྐྱོང་བསོད་པ་(ལུས་ཀྱིས་སེམས་ལ་བྱེད་ནུས་འདོན་པའི་ངང་ཚུལ་)དེ་འདྲ་བསྐྱེད་པ་དང་། དེར་ཡ་ལན་གྱི་ཚུལ་དུ་སེམས་/རྣམ་ཤེས་ཀྱིས"ཤེས་པའི་རྒྱུན"དེ་རྣམས་བསྐྱེད་པར་འདོད་ཡོད་(དཔེ་རིས། ༥)།

Despite the formidable mind-body split established by Descartes, convergent lines of evidence accumulated during the 19th century that the brain is the center of mental activity, the seat of emotion, thought, self, and morality. Laboratory research established that control of specific functions (such as movements or behaviors) was localized to specific areas in the brain. For instance, electrical stimulation of specific sites in the brains of experimental animals was reliably observed to cause or disrupt specific functions such as leg movements, or expressions of fear or rage. Discovery and exploration of electricity supported a dawning understanding of the role of electrical phenomena in nervous system activity, while other studies also indicated a role for chemical agents.

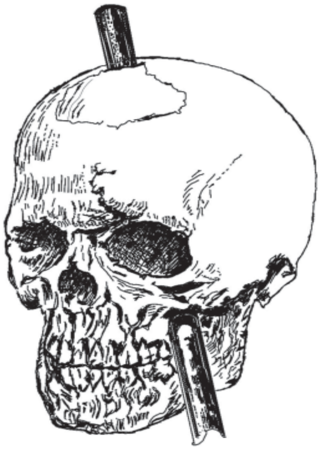


Figure 6: Phineas Gage's famous injury. After Phineas Gage had an accident and suffered the passage of an iron rod through his cheek and the front of his brain, he exhibited huge changes in behavior.

You may have come across this structure/function connection before. The idea that structure and function are intimately linked so that knowledge of either is complementary to the other is a fundamental concept of the life sciences we studied extensively in understanding evolution, molecules and cells (Life Sciences Primers I and II). Here we will see the same concept is also key to organs (such as the brain) and systems (such as the visual and nervous systems).

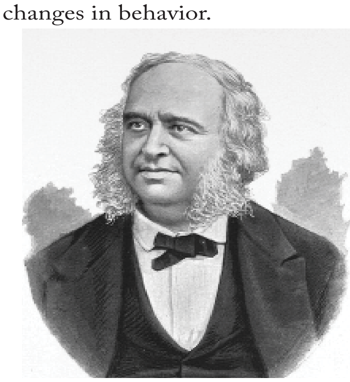


Figure 7: Paul Broca. Broca's dissection of the brain of his patient Tan led to the discovery of localization of speech control in an area of the brain later named "Broca's Area."

Another powerful argument for localization of brain function was provided by studies of patients that repeatedly linked specific emotional, behavioral, or cognitive deficits with damage to specific areas of the brain. Most compelling were the documented examples of dramatic behavioral changes after damage to the brain. Phineas Gage is one such famous case, where a pleasant, sociable and reliable railway worker suffered the passage of an iron rod through his cheek and the front of his brain during an explosion (Figure 6). At first his miraculous physical survival was widely heralded, but then he began to exhibit huge changes in behavior. This formerly well-respected and popular man became irritable and aggressive, hostile, and unreliable, lost his job and became a social outcast.

Another case that argued for localization of brain function was that of "Tan," reported by the surgeon Paul Broca in 1861. Tan had a stroke (when lack of oxygen to brain tissue leads to the death of that tissue) that left him able to speak only one word, "tan". Broca dissected Tan's brain after his death and found that the left frontal lobe had been damaged. This plus other clinical cases argued for the localization of speech to what is now called "Broca's area." This was more evidence that you could 'map' the brain—that is relate one area to one function—and mapping the functions of the brain became a central focus of neuroscience (Figure 7).

དཔེ་རིས། ༨ ཕི་ནི་ཨས་ཕྲེཊ་ལ་ཐོག་པའི་གྲགས་ཆེ་བའི་རྨས་སྐྱོན་དེའི་འདྲ་རིས། ཁོང་ལ་ཐྲད་པའི་རྐྱེན་ཆག་ཅིག་ནང་རང་གི་འགྲམ་པ་བརྒྱུད་སྐད་པའི་མདུན་ངོས་ཀྱི་བར་ལྩགས་ཕྲེང་ཞིག་ཟུག་པའི་རྗེས་ཕི་ནི་ཨས་ཕྲེཊ་ཀྱི་གཤིས་སྤྱོད་ལ་འགྱུར་བ་ཧ་ཅང་ཆེན་པོ་ཐེབས་པ་རེད།

དཔེ་རིས། ༩ པོལ་བོ་རོ་ཀ བོ་རོ་ཀ་ཡིས་རང་གི་བལྟ་སྐྱོང་བྱེད་སའི་ནད་པ་ཏན་ཟེར་བ་དེའི་སྐད་པར་གཤག་དཔྱད་བྱས་པས། སྐད་པའི་ཁྲོན་དུ་དག་གི་བརྗོད་པར་སྣང་འཛིན་བྱེད་པའི་ས་ཁུལ་དེ་རྙེད་ཡོད་ཅིང་། ས་ཁུལ་དེར་ཕྱིས་སུ་"བོ་རོ་ཀ་ཡི་ཆ་ཁུལ་"ཞེས་མིང་འདོགས་བྱས་ཡོད།

ལུས་སེམས་གཉིས་མཐའ་གཅིག་ཏུ་ཐ་དད་སོ་སོར་བཟུང་བའི་ཊེ་ཀཱར྄་གྱི་འདོད་ཚུལ་དེ་འདྲ་ཞིག་གི་གཞུང་བཙུགས་ནས་ཡོད་བཞིན་དུ། དུས་རབས་བཅུ་དགུ་པའི་ནང་སྐད་པ་དེ་ཉིད་སེམས་ཀྱི་བྱེད་ལས་ཀྱི་བརྟེན་གནས་དང་། སེམས་སྤྱོད་དང་། རྣམ་རྟོག་དང་། བདག་དང་། དྲན་པ་དང་། ཚུལ་སྤྱོད་བཅས་ཀྱི་རྟེན་གཞི་ཡིན་པར་སྔ་སྟོན་བྱེད་པའི་དཔང་རྟགས་མང་པོ་ཉིད་སོན་བྱུང་ཡོད་ལ། དེར་མ་ཟད་བརྟག་དཔྱད་ཁང་དུ་བསྒྲུབས་པའི་ཞིབ་འཇུག་དག་ལས་(འགྱུལ་བསྐྱོད་དང་གཤིས་སྤྱོད་ལྟ་བུའི་)བྱེད་ལས་དམིགས་བཀར་བ་ལ་སྣང་འཛིན་གྱི་འགན་འཁུར་བའི་སྐད་པའི་ཆ་ཁུལ་དམིགས་བཀར་བ་དེ་འདྲ་ངོས་འཛིན་བྱས་ཡོད། དཔེར་ན། བརྟག་དཔྱད་བསྒྲུབ་སའི་དུད་འགྲོའི་སྐད་པའི་ཆ་ཁུལ་ངེས་བཟུང་དེ་འདྲར་གློག་ཤུགས་ཀྱིས་སྐུལ་སློང་བྱས་པས་རྐང་པའི་འགུལ་བསྐྱོད་ལྟ་བུ་བྱེད་ལས་ངེས་ཅན་གྱི་རིགས་དང་། འཛིགས་སྣང་དང་ཁོང་ཁྲོ་ལྟ་བུའི་རྣམ་འགྱུར་ངེས་ཅན་གྱི་རིགས་ལ་བསྐྱེད་འགོག་གི་ཤུགས་རྐྱེན་ཐེབས་པར་ངེས་ཤེས་ཉིད་ཡོད། གློག་གི་ནུས་པ་གསར་དུ་ཉེད་པ་དང་དེའི་སྐོར་ཤེས་རྟོགས་རིམ་པར་བྱུང་བ་དེས་དབང་རྩ་མ་ལག་གི་ལས་ཚུལ་ཁྲོད་གློག་གི་ནུས་པར་བྱེད་སྒོ་གང་ཡོད་མེད་ཀྱི་གོ་རྟོགས་སད་པར་ཕན་ཐོགས་བྱུང་ཡོད་ལ། དེ་དང་དུས་མཚུངས་སུ་དཔྱེ་ཞིབ་ཀྱི་རིམ་པ་གཞན་ལ་བརྟེན་ནས་རྫས་འགྱུར་གྱི་དངོས་པོར་བྱེད་སྒོ་གང་ཡོད་མེད་ཀྱི་གོ་རྟོགས་ཀྱང་སད་ཡོད།

བཀོད་པ་དང་བྱེད་ལས་དབར་འདི་ལྟའི་འབྲེལ་བ་དེ་འདྲ་ཁྱིད་ཀྱིས་སྔར་ཡང་མཐོང་ཡོད་ངེས་ལ། བཀོད་པ་དང་བྱེད་ལས་གཉིས་ཕན་ཚུན་ཉེ་བར་སྦྲེལ་བ་སྟེ། གཅིག་ཤོས་སྐོར་རྟོགས་པ་སད་པས་གཞན་དེའི་སྐོར་རྟོགས་པ་སད་པར་ཕན་པའི་ཚུལ་འདི་ནི་ཚེ་སྲོག་ཚན་རིག་གི་རྨང་གཞིའི་རྣམ་གཞག་ཅིག་ཡིན། རྣམ་གཞག་འདི་(ཚེ་སྲོག་ཚན་རིག་གི་སྟོན་འགྲོའི་སློབ་དེབ་དང་པོ་དང་གཉིས་པའི་ནང་)འཕེལ་འགྱུར་དང་། འདུས་རྡུལ། ཕྲ་ཕུང་བཅས་ཀྱི་སྐོར་ཤེས་སྦྱོང་བསྟེན་སྐབས་ང་ཚོས་དཔྱེ་ཞིབ་རྒྱས་པར་བྱས་ཟིན། འདིར་ང་ཚོས་(སྐད་པ་ལྟ་བུའི་) དབང་པོ་དང་(མཐོང་ཚོར་མ་ལག་དང་དབང་རྩ་མ་ལག་ལྟ་བུའི་)ལུས་ཀྱི་མ་ལག་དག་ལ་ཡང་གོང་གསལ་གྱི་རྣམ་གཞག་དེ་ཉིད་གནད་ཆེ་ཡིན་པར་མཐོང་ངེས་རེད།

སྐད་པའི་ཆ་ཁུལ་སོ་སོ་བྱེད་ལས་ངེས་བཟུང་ཞིག་དང་སྦྲེལ་ལུགས་ཀྱི་སྒྲུབ་བྱེད་གཙོ་ཆེ་བ་གཞན་ཞིག་ནི་ནད་པར་བསྒྲུབས་པའི་དཔྱེ་ཞིབ་ལས་ཐོབ་ཡོད་དེ། དཔྱེ་ཞིབ་དེ་དག་གིས་བསྒྲུར་ནས་ཡང་དུ་སེམས་སྤྱོད་དང་གཤིས་སྤྱོད་དང་ཤེས་རྟོགས་བཅས་ལ་བྱུང་བའི་ཆད་སྐྱོན་དེ་དག་སྐད་པའི་ཆ་ཁུལ་ངེས་བཟུང་དག་ལ་ཐོག་པའི་ཉམས་སྐྱོན་དང་འབྲེལ་བ་བཏགས་པའི་ཕྱིར། དེ་དག་ལས་ཆེས་ངེས་པ་འཛོམས་ངེས་དག་ནི་སྐད་པར་ཉམས་སྐྱོན་ཐོག་རྗེས་སུ་གཤིས་སྤྱོད་ལ་འགྱུར་བ་ཟབ་པོ་ཞིག་བྱུང་གི་དངོས་འབྲེལ་བྱུང་བ་ཐོ་འགོད་བྱས་པ་དེ་དག་ཡིན་ལ། དེ་ལྟའི་གྲགས་ཅན་གྱི་བྱུང་བའི་ཁོངས་གཅིག་ནི་ཕི་ནི་ཨས་ཕྲེཊ་ཀྱི་བྱུང་བ་དེ་རེད། དེ་ནི་མི་གཤིས་བཟང་ལ། ཡིད་ཆེས་འཕེར་བ། གཞན་ལ་འགྲོགས་གཤིས་ཅན་གྱི་མི་འཁོར་ལས་བྱེད་པ་ཞིག་ལ་གཏར་འཕོར་ཞིག་སྐབས་རང་གི་འགྲམ་ཕ་ནས་སྐད་པའི་མདུན་ངོས་བར་ལྩགས་ཕྲེང་ཞིག་ཟུག་པའི་དོན་གནས་ཤིག་རེད་(དཔེ་རིས། ༨)། དོན་རྐྱེན་དེས་མི་དེ་མ་བསད་པར་གསོན་པོར་གནས་ཐུབ་པ་དེ་ཐོག་མར་ཀུན་གྱི་ངོ་མཚར་སྐྱེ་འོས་སུ་གྱུར་ཡོད་ཀྱང་། ཕྱིས་མི་དེའི་གཤིས་སྤྱོད་ལ་འགྱུར་ལྡོག་ཧ་ཅང་ཆེན་པོ་བྱུང་བ་ཕྱིར་མངོན་ཡོད། ཐོག་མར་ཀུན་གྱིས་བཀུར་ཞིང་ཆེ་མཐོང་བྱེད་སའི་མི་སྣ་དེ་ད་གཟོད་ཁྲོ་སླ་ཞིང་རྩུབ་ལ་འཁོན་འཛིན་ཅན་དང་ཡིད་ཆེས་མི་འཕེར་བར་གྱུར་བར་མ་ཟད། མཐར་ལས་མེད་ཀྱི་མི་ལྐོམ་པོ་ཞིག་ཏུ་འང་གྱུར་ཡོད།

སྐད་པའི་ཆ་ཁུལ་སོ་སོ་ནས་བྱེད་ལས་ངེས་བཟུང་ཞིག་དང་སྦྲེལ་ལུགས་ཀྱི་སྒྲུབ་བྱེད་མཚོན་པའི་བྱུང་བ་གཞན་ཞིག་ནི། ཕྱི་ལོ་ ༡༨༦༡ ལོར་གཤག་བཅོས་སྨན་པ་པོལ་བོ་རོ་ཀ་ཡིས་དྲིལ་བསྒྲགས་བྱས་པའི་མི་བུ་"ཏན་"ཞུ་བ་དེའི་བྱུང་བ་དེ་རེད། ཏན་ལ་སྐད་རྩ་འགགས་ནད་(སྐད་པའི་ཕྱུང་གྲུབ་དག་ཏུ་འཚེ་རྐྱེན་ཐུངས་པའི་དབང་གིས་ཕྱུང་གྲུབ་རྣམས་ཤི་བའི་ནད་གཞི་ཞིག)ཐོག་པའི་རྐྱེན་གྱིས་"ཏན་"ཞེས་པའི་ཚིག་རྐྱང་དེ་ཙམ་ལས་གཞན་གང་ཡང་བརྗོད་མ་ཐུབ་པར་གྱུར། བོ་རོ་ཀ་ཡིས་ཏན་ཤི་བའི་འོག་ཏུ་ཁོའི་སྐད་པ་གཤགས་ནས་བལྟས་པས་སྐད་པའི་མདུན་འདབ་གཡོན་པར་ཉམས་དམས་ཐོག་པ་རྙེད། གཤག་གཅོད་ཀྱི་བྱ་བ་འདི་དང་སྨན་བཅོས་ཀྱི་བྱུང་བ་གཞན་དག་གིས་ངག་གི་བྱེད་ལས་དང་འབྲེལ་བའི་སྐད་པའི་ཆ་ཁུལ་ངོས་འཛིན་བྱེད་པར་བདེན་རྒྱུན་བྱས་ཡོད་ཅིང་། ཆ་ཁུལ་དེར་དེང་གི་ཆར་"བོ་རོ་ཀ་ཡི་ཆ་ཁུལ་"ཞེས་སུ་འབོད། ངོས་འཛིན་གྱི་བྱེད་རིམ་འདིས་སྐད་པའི་'འཁོད་སའི་གནས་ལུགས་'གསོམ་ཚོག་པའི་(ཆ་ཁུལ་སོ་སོར་བྱེད་ལས་ངེས་བཟུང་རེ་འབྲེལ་སྦྱོར་བྱེད་པ་)བདེན་དཔང་བྱས་ཡོད་ལ། མ་ཟད་དེ་ལྟར་དུ་སྐད་ཆ་སོ་སོར་འབྲེལ་བའི་བྱེད་ལས་ངོས་འཛིན་བྱེད་རྒྱུ་དེ་དབང་རྩ་ཚན་རིག་གི་བསླབ་བྱ་གཙོ་བོ་ཞིག་ཏུ་གྱུར་པ་རེད་(དཔེ་རིས། ༩)།

As is often the case in science, evidence from new experimental techniques also contributed to a shift in paradigm; these new techniques allowed for staining tissues to identify cells and complex cell structures. Such techniques at last exposed the extent of the brain's complexity and provided the first insights into how the brain might actually be complex enough to produce the phenomena we experience as mind, consciousness, experience, emotion, and volition. The illustrations in Figure 8 are histological drawings by Ramón y Cajal, the great Spanish anatomist, of the cellular organization of the retina (we will discuss the retina and brain and their roles in vision in much more detail below).

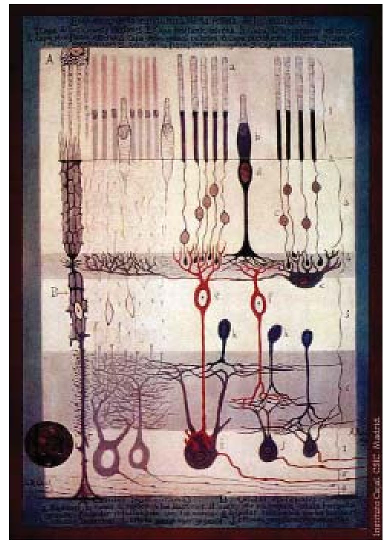


Figure 8: Histological drawings of the retina by Ramón y Cajal, the Spanish anatomist.

Thus, the brain, which had appeared for so long as inert and relatively unstructured, became recognized as by far the most active, most structurally and functionally complex organ in existence, and it became the focus for studying the basis of human experience and behavior.

Intriguingly, the entirely unanimous consensus of scientists that the brain is the control center of behavior and thought has not ended discussions and controversies over the mind/body dualism championed by Descartes four hundred years ago. Whereas Tibetan physicians tend not to separate mind and body, the mental and physical, when treating illness—or they at least consider both as potential contributors to disease—many Western physicians treat only the physical, only the biological and chemical, without considering the mind and mental. Some Western physicians see the physical as the whole story; there is no 'mind' at all. It is all body. The field of psychiatry in the West is based largely on the assumption that mind equals body.

A mutual growth in understanding of illness and the treatment of it is clearly one of the potential 'profound benefits' of collaborations between East and West referred to by the Dalai Lama in his speech quoted above.

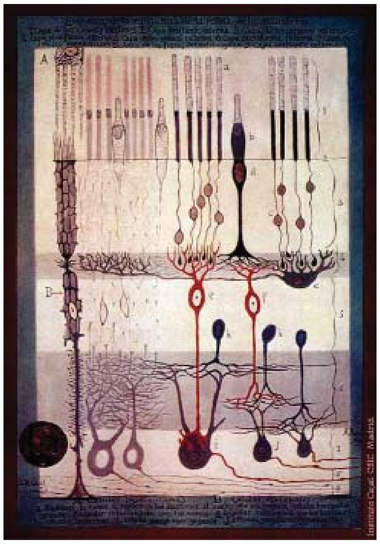
Today, neuroscientists agree on several core concepts that guide the work of the field. These are summarized in the box on the following page. Neuroscientists seek to understand how the nervous system, brain, and mind work, partly because we are curious and hope to add to human self understanding, and partly to create knowledge that helps prevent and treat suffering. In this series of neuroscience primers, we explore current knowledge and understandings about these core concepts and concerns.

ONE IMPORTANT ORGAN:
FACTS ABOUT THE BRAIN

Complexity: 100 billion neurons (nerve cells) with over 100 trillion synapses (nerve cell connections)

Energy requirement: makes up only 2.5% of total body weight, yet uses 25% of the body's total oxygen consumption and 25% of glucose

All that work, but less than 5% of the information about internal and external worlds collected and processed by our nervous system ever reaches consciousness.



དཔེ་རིས། ༤ སི་པེན་ཡུལ་གྱི་ཞུང་གནས་རིག་པ་བ་ར་མོན་ཨི་ཀ་ཧལ་གྱིས་བྲིས་པའི་མིག་གི་དྲ་སྐྱིའི་ཞུང་གྲུབ་གནས་ལུགས་མཚོན་པའི་རི་མོ།

ཚན་རིག་གི་བརྒྱུད་རིམ་ནང་ཡང་ཡང་མཐོང་རྒྱུ་ཡོད་པ་བཞིན། བརྟག་དཔྱད་ཀྱི་ཐབས་རྩལ་གསར་པ་གཉེར་བ་ལས་ཐོབ་པའི་དཔང་རྟགས་དེ་དག་གིས་གཞི་རིམ་གྱི་སྒྲོམ་གཞིའི་ཁ་ཕྱོགས་བསྒྱུར་གྱིན་ཡོད། དེས་ན་གོང་གསལ་ཐབས་ཤེས་གསར་པ་དེ་དག་གིས་ཕྲ་ཕུང་དང་རྟོག་འཛིན་ཅན་གྱི་ཕྲ་ཕུང་གི་བཀོད་པ་ངོས་ཟིན་པའི་ཕྱོགས་སུ་ཕུང་གྲུབ་ལ་ཚོན་རྩི་བྱུག་པའི་ལམ་སྲོལ་དེ་ཕྱི་བ་རེད། ཐབས་ཤེས་དེ་དག་གིས་མཐར་ཀླད་པའི་རྟོག་འཛིན་གི་གནས་བབ་ཐེར་འདོན་བྱས་ཡོད་ལ། དེར་མ་ཟད། དེ་དག་གིས་ཀླད་པའི་རྟོག་འཛིན་གི་འགྱུར་ཚབས་དག་ལས་སེམས་དང་། ཤེས་ཚོར། མྱོང་བ། སེམས་མྱོང་། ཀུན་སློང་ལྟ་བུའི་ཉམས་མྱོང་གི་རིགས་ཇི་ལྟར་སློང་སྲིད་པའི་ཕྱོགས་སུ་སྔ་སྟོན་ཡང་བྱས་ཡོད། དཔེ་རིས་ ༤ ནང་གསལ་བའི་རི་མོ་དེ་དག་ནི་སི་པེན་ཡུལ་གྱི་ཞུང་གནས་རིག་པ་བ་ཆེན་པོ་ར་མོན་ཨི་ཀ་ཧལ་གྱིས་བྲིས་པའི་ཞུང་གྲུབ་གནས་ལུགས་མཚོན་པའི་རི་མོ་ཡིན་ལ། དེ་དག་གིས་མིག་གི་དྲ་སྐྱི་ཡི་ཕྲ་ཕུང་རིམ་པའི་ཆགས་ལུགས་མཚོན་གྱི་ཡོད། (མིག་གི་དྲ་སྐྱི་དང་ཀླད་པའི་སྐོར་དང་། མཐོང་ཚོར་བྱེད་རིམ་ནང་དེ་དག་གི་བྱེད་ནུས་གང་ཡོད་མིན་སྐོར་ང་ཚོས་གཤམ་དུ་ཞིབ་ཕྲ་གླེང་རྒྱུ་ཡིན།)

དེས་ན། ལོ་མང་རིང་བྱེད་ནུས་གང་ཡང་མེད་པ་དང་ལྷོས་འཇོག་གི་གོ་རིམ་གང་ཡང་མི་ལྡན་པ་ལྟ་བུར་སྣང་བའི་ཀླད་པ་འདི་ཉིད་རིམ་གྱིས་ལུས་ཀྱི་དབང་པོ་ཡོད་ཚད་ཀྱི་ནང་ནས་ཆེས་ལས་ལ་འདུག་སྐྱེན་པ་དང་། གོ་རིམ་དང་བྱེད་ལས་ཀྱི་ཆ་ནས་རྟོག་འཛིན་ཆེ་ཤོས་ཀྱི་དབང་པོར་ངོས་འཛིན་ཐོབ་ཅིང་། དེང་གི་ཆར་མིའི་འགྲོ་བའི་སྤྱོད་པ་དང་གཤིས་སྤྱོད་ཀྱི་རྟེན་གཞི་སྐོར་སློབ་སྦྱོང་བྱེད་སའི་རྩ་གཞི་ལྟ་བུར་གྱུར་ཡོད།

ངོ་མཚར་སྐྱེ་འོས་པ་ཞིག་ལ་ཀླད་པ་དེ་ཉིད་རྣམ་རྟོག་དང་གཤིས་སྤྱོད་སྣང་བས་འཛིན་བྱེད་སའི་བསྟི་གནས་ཡིན་པར་ཚན་རིག་པ་རྣམས་ཀྱི་མོས་ཀྱིས་ཁས་བླངས་པ་དེས། ལོ་ངོ་བརྒྱ་ཕྲག་བཞིའི་གོང་ཊེ་ཀཱར་ཊ་ཀྱིས་སྔོ་ཁྲིད་པའི་ལུས་སེམས་ཐ་དད་ལོགས་སུ་གྲུབ་པར་བཟུང་བའི་ལྟ་གྲུབ་དང་འབྲེལ་བའི་རྩོད་པ་དང་བགྲོ་གླེང་གི་མཇུག་གཅོད་ཐུབ་མེད། དེ་ལ་བོད་ལུགས་སྨན་པ་རྣམས་ཀྱིས་ནད་འཆོས་པའི་སྐབས་ལུས་དང་སེམས་ཏེ། གཟུགས་འགྱུར་དང་སེམས་འགྱུར་གྱི་ཆོས་གཉིས་འབྲེལ་མེད་ལྟ་བུ་ལོགས་སུ་མི་འབྱེད་ལ། མ་མཐར་ཡང་དེ་གཉིས་ཀ་ནད་གཞི་སློང་རྐྱེན་དུ་འགྱུར་ཆོག་པར་བལྟ་གིན་ཡོད། འོན་ཀྱང་ནུབ་ཕྱོགས་པའི་སྨན་པ་རྣམས་ཀྱིས་ནི་དེ་ལས་ལྡོག་སྟེ་སེམས་སམ་སེམས་འགྱུར་གྱི་ཆ་ལ་བསམ་གཞིག་ཙམ་ཡང་མི་བྱེད་པར། རྫས་འགྱུར་དང་ལུས་འགྱུར་གྱི་ཆ་སྟེ་གཟུགས་འགྱུར་འབའ་ཞིག་གི་སྟེང་ནས་འཆོས་ཐབས་བྱེད་ལ། དེར་མ་ཟད་ནུབ་ཕྱོགས་པའི་སྨན་པ་འགའ་ཞིག་གིས་ཡོད་ཚད་གཟུགས་འགྱུར་གྱི་ཆོས་སུ་བལྟས་ནས་སེམས་ཞེས་པ་གཏན་ནས་མེད་པར་འདོད་པས་ཐམས་ཅད་ལུས་སུ་གྲུབ་པར་བལྟ་གིན་ཡོད། ནུབ་ཕྱོགས་ཁུལ་དུ་དར་བའི་སེམས་ཁམས་གསོ་བཅོས་རིག་པ་དེ་གཙོ་ཆེར་ལུས་སེམས་གཉིས་གཅིག་ཏུ་བཟུང་བའི་ལྟ་ཚུལ་གཞི་ལ་བྱས་ནས་བསླངས་པ་ཞིག་རེད།

གོང་དུ་དྲངས་པའི་༼གོང་ས་མཆོག་གི་གསུང་འཕྲིན་དེའི་ནང་ལམ་ཙམ་འབྲེལ་སྟོན་གནང་བ་བཞིན། ནད་དང་དེའི་འཆོས་ཐབས་ཐད་ཤར་ནུབ་གཉི་གའི་གོ་རྟོགས་རྒྱ་སྐྱེད་གཏོང་བ་དེ་ནི་ཕྱོགས་གཉིས་དབར་སྒྲུབ་བཞིན་པའི་མཉམ་འབྲེལ་ལས་གཞི་དག་ལས་འཐོན་སྲིད་པའི་དགེ་མཚན་ཐབས་ཆེན་མང་པོའི་ཁྲོད་ནས་གཅིག་ཡིན་པ་ཆེས་མངོན་པར་གསལ་ལོ།།

དབང་རྩ་ཚན་རིག་གི་བསླབ་གཞི་དང་འབྲེལ་བའི་བྱ་གཞག་ཀུན་ལ་རྒྱུས་སྟོན་བྱེད་པའི་དགེ་མཚན་འགྲུབ་ཆེད། ཁས་ལེན་སྙིང་པོ་ཁག་ཅིག་ལ་དེང་གི་ཆར་དབང་རྩ་ཚན་རིག་པ་རྣམས་ཀྱིས་མོས་མཐུན་བྱེད་ཀྱི་ཡོད། ཁས་ལེན་འདི་དག་གཤམ་དུ་"དབང་རྩ་ཚན་རིག་གི་ཁས་ལེན་སྙིང་པོ་ཁག་ཅིག "ཅེས་པའི་འགོ་བྱང་ཅན་གྱི་སྒྲོམ་བུའི་ནང་མདོར་བསྡུས་ཏེ་བསྟན་ཡོད། དེ་ཡང་དབང་རྩ་ཚན་རིག་པ་རྣམས་དབང་རྩ་མ་ལག་དང་། ཀླད་པ་དང་། སེམས་ཁམས་བཅས་ཀྱི་ལས་ཚུལ་ཇི་ལྟར་ཡིན་མིན་འཚོལ་རྟོགས་ཀྱི་བྱ་བར་ཞུགས་ཡོད་ལ། དེ་ནི་ཕྱོགས་གཅིག་ནས་ཤེས་འདོད་ཀྱིས་བསྐུལ་ནས་མིའི་འགྲོ་བས་རང་ཉིད་གང་ཞིག་ཡིན་མིན་ཐད་རྟོགས་པ་སད་པའི་ཆེད་ཡིན་ལ། ཡང་ཕྱོགས་གཞན་ནས་མིའི་འགྲོ་བའི་དཀའ་སྡུག་འགོག་ཅིང་སེལ་བའི་ཕྱོགས་སུ་གོ་རྟོགས་བསྐྱེད་པའི་ཆེད་ཡིན། དེས་ན་དབང་རྩ་ཚན་རིག་གི་དེབ་ཕྲེང་འདི་དག་བརྒྱུད་ངེད་ཚོས་ཁས་ལེན་དང་དགེ་མཚན་འདི་དག་དང་འབྲེལ་བའི་ད་ལྟའི་གོ་རྟོགས་དང་ཤེས་རྒྱའི་གནས་ཚད་གང་དུ་སོན་མིན་ཐད་ཞིབ་བཅད་བྱ་རྒྱུ་ཡིན།

དབང་པོ་འཁྱགས་ཆེན་ཞིག
ཀླད་པའི་གནས་ཚུལ།

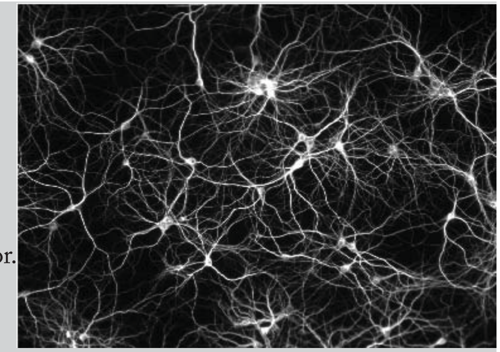
རྟོག་འཛིན་ཆེ་ལུགས། འདི་ལ་དབང་རྩ་ཕྲ་གཟུགས་(དབང་རྩ་ཕྲ་ཕུང་)ཐེར་འབུམ་ ༡༠༠ དང་། དབང་རྩ་མཐུད་མཚམས་(དབང་རྩ་ཕྲ་ཕུང་གི་འབྲེལ་མཚམས་)ཁྲག་ཁྲིག་ཆེ་བ་ ༡༠༠ བརྒྱལ་བ་ཡོད།

ནུས་པའི་དགོས་མཁོ། འདིའི་གློག་ཚད་ལུས་ཕུང་ཡོངས་ཀྱི་གློག་ཚད་ཀྱི་བརྒྱ་ཆའི་ཕྱེད་དང་གསུམ་ལས་མེད་རུང་། ལུས་པོས་ཡོངས་སྤྱོད་པའི་འཚོ་རླུང་དང་རྒྱུན་འབྲུམ་མངར་བཅུད་སོ་སོའི་བརྒྱ་ཆ་༢༥ རེ་འདིས་བེད་སྤྱོད་བྱེད་ཀྱི་ཡོད།

འདིས་ཅི་འདྲའི་བྱ་གཞག་མང་པོ་འགྲུབ་རུང་། དབང་རྩ་མ་ལག་གིས་བསྡུས་ཤིང་དབྱེ་གསེས་བྱས་པའི་ཕྱི་ནང་འཛིག་རྟེན་སྐོར་གྱི་ཆ་འཕྲིན་ཡོད་ཚད་ནས་བརྒྱ་ཆ་ལྔ་ལས་ཉུང་ཙམ་ཞིག་མ་གཏོགས་དེད་ཚོའི་ཤེས་ཚོར་གྱི་ཡུལ་དུ་འགྱུར་གྱི་མེད།

CORE CONCEPTS IN NEUROSCIENCE

Neuroscience is a rapidly changing and evolving area of research. Even so, neuroscientists agree on several key concepts that are central to this field of study. Here are some of these key points, based on a list developed by the Society for Neuroscience. More information can be found at http://www.sfn.org/index.aspx?pagename=core_concepts.



Neurons from the hippocampus growing in culture

A. The nervous system controls and responds to body functions and directs behavior.

1 The brain is the body's most complex organ. It is made up of specialized cells (about 100 billion!) called neurons. Each neuron communicates with many other neurons to form circuits and share information. The nervous system inter-acts with all other body systems (cardiovascular, endocrine, immune, etc). Proper brain function is very important: malfunction can lead to mental and physical disorders.

2 Neurons communicate using electrical and chemical signals, which form the basis for all thoughts, perceptions and behavior. Electrical signals called action potentials travel along a neuron, and synapses are the junctions between neurons where information is passed. Communication between neurons is strengthened or weakened by a person's experience and activities (e.g., exercise, stress, and study or meditation).

B. Nervous system structure and function are determined by both genes and environment throughout life.

1 Neuronal circuits are the foundation of the nervous system. They are formed by genetic programs during fetal development and modified through interactions with the internal and external environment throughout life. Sensory circuits (e.g., touch, sight, hearing) bring information to the nervous system, whereas motor circuits send information to muscles and glands.

2 Life experiences change the nervous system. Differences in genes and environments make the brain of each animal unique. Most neurons are generated early in development and survive for life, but some neurons continue to be generated later in life. Continuously challenging the brain with physical and mental activity helps maintain its structure and function.

C. The brain is the foundation of the mind.

1 Intelligence arises as the brain reasons, plans, and solves problems. The brain makes sense of the world by using all available information, including senses, emotions and memories. Emotions are based on value judgments made by our brains and are manifested by feelings such as love, anger, empathy and shame. The brain also learns from experiences and makes predictions about best actions in response to present and future challenges.

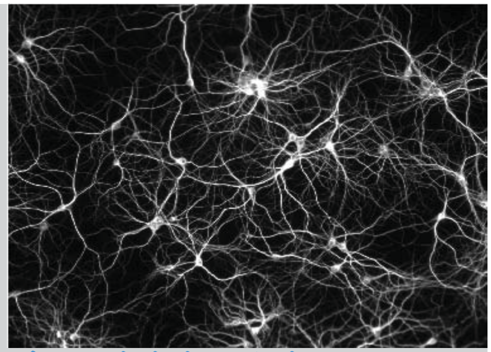
2 The brain makes it possible to communicate knowledge through language. This exchange of information and thought can both create and solve many of the most pressing problems humankind faces.

D. Research leads to understanding that is essential for development of therapies for nervous system disorders.

1 The human brain creates a natural curiosity to understand how the world works. The nervous system can be studied at many levels, from the interactions among individual molecules, to complex behaviors such as speech or learning (see Figure 2).

2 Fundamental discoveries promote healthy living and treatment of disease. Neuroscience research has formed the basis for significant progress in treating a number of disorders.

དབང་རྩ་ཚན་རིག་གི་ཁས་ལེན་སྙིང་པོ་ཁག་ཅིག



ཆེད་དུ་སྒྲུར་བའི་གཞི་རྒྱུའི་ནང་མཚོ་རྡ་མའི་དབང་རྩ་ཕྲ་གཟུགས་ཁག་ཅིག་སྐྱེ་འཚར་བྱེད་བཞིན་པའི་རྣམ་པ་ཞིག

དབང་རྩ་ཚན་རིག་ནི་འཕེལ་འཕེལ་དུ་འགྲོ་འགྱུར་དང་འཕེལ་རྒྱས་འགྲོ་བཞིན་པའི་ཞིབ་འཇུག་གི་རྩིང་གཞི་ཞིག་རེད། དེ་ལྟར་ནའང་དབང་རྩ་ཚན་རིག་པ་རྣམས་ཀྱིས་རིག་གནས་འདིའི་ཁས་ལེན་གཙོ་བོ་ཁག་ཅིག་ངོས་འཛིན་གྱིས་གཏན་འབེབས་བྱས་ཡོད། གཤམ་གསལ་ནི་དབང་རྩ་ཚན་རིག་མཁྱེན་ཚོགས་ཀྱིས་བཏོན་པའི་བོ་གཞུང་ནང་གསལ་བའི་དེ་འདྲའི་ཁས་ལེན་གཙོ་བོ་ཁག་ཅིག་རེད། འདི་སྐོར་ལྷག་པོ་ཤེས་འདོད་ན་དྲ་ཚིགས་འདིར་ཞེབས་འབྱམས། http://www.sfn.org/index.aspx?pagename=core_concepts

ཀ༽ དབང་རྩ་མ་ལག་གིས་ལུས་ཀྱི་བྱེད་ལས་དག་ལ་སྟངས་འཛིན་བྱེད་ཅིང་། དེ་དག་ལ་ཡ་ལན་སྤྲོད་ལ། མ་ཟད་གཞིས་སྦྱོད་ཀྱི་ཁ་ཕྱོགས་སྟོན་པར་བྱེད།

༡ ཀླད་པ་ནི་ལུས་ཕུང་ཁྲོན་གྱི་དབང་པོ་རྩོག་འཛིང་ཆེ་ཤོས་དེ་རེད། དེ་ནི་དབང་རྩ་ཕྲ་གཟུགས་སུ་འབོད་པ་ཆེད་ལས་རང་བཞིན་གྱི་ཕྲ་ཕུང་(ཐེར་འབུམ་བརྒྱ་སྐོར་ཡོད་)དག་གིས་གྲུབ་ལ། དབང་རྩ་ཕྲ་གཟུགས་རེ་རེས་དབང་རྩ་ཕྲ་གཟུགས་གཞན་མང་པོ་དང་མཉམ་དུ་བརྡ་ལན་གཏོང་ལེན་བྱེད་པ་བརྒྱུད་བརྡ་འཕྲིན་གྱི་བརྒྱུད་ལམ་བསྒྲུབ་པ་དང་ཆབས་ཅིག ཕན་ཚུན་བརྡ་འཕྲིན་བརྗེ་ལེན་ཡང་བྱེད་པ་རེད། དབང་རྩ་མ་ལག་གིས་ལུས་ཕུང་གི་མ་ལག་(སྙིང་རྩ་མ་ལག་དང་། ནང་རྫེན་མ་ལག ནད་འགོག་མ་ལག་ལ་སོགས་པ་)གཞན་ཀུན་དང་ལན་ཚུན་མཉམ་ལས་བྱེད་པ་རེད། ཀླད་པས་རང་གི་བྱེད་ལས་རྣམས་ལུགས་མཐུན་དུ་འགྲུབ་པ་གཏན་ཆེ་སྟེ། དེས་རང་གི་བྱེད་ལས་འགྲུབ་ཚུལ་འགྱུར་ཆེ་ལུས་སེམས་ཀྱི་འབྲུགས་སྐྱོན་སྣ་ཚོགས་སྐྱོང་སྲིད།

༢ དབང་རྩ་ཕྲ་གཟུགས་རྣམས་ཀྱིས་གློག་འགྱུར་བརྡ་འཕྲིན་དང་རྫས་འགྱུར་བརྡ་འཕྲིན་སྤྱད་པའི་སྒོ་ནས་ཕན་ཚུན་དབར་བརྡ་ལན་གཏོང་རེས་བྱེད་ལ། བརྡ་འཕྲིན་འདི་དག་རྣམ་རྟོག་དང་། འདུ་ཤེས་དང་། གཤིས་སྤྱོད་བཅས་ཀུན་གྱི་གཞི་རྩ་ཡིན། ལས་ཞུགས་ནས་པ་རུ་འབོད་པའི་གློག་འགྱུར་བརྡ་འཕྲིན་དེ་དག་དབང་རྩ་ཕྲ་གཟུགས་ཤིག་གི་རྒྱུད་དུ་རྒྱུ་ལ། མ་ཚོགས་གང་དུ་བརྡ་འཕྲིན་བརྒྱུད་སྤྲོད་བྱེད་པའི་དབང་རྩ་ཕྲ་གཟུགས་དབང་གི་སྦྲེལ་མཚམས་དེ་དག་ལ་དབང་རྩ་མཐུད་མཚམས་ཟེར། ཏོ་བདག་སྐྱི་བོའི་ཉམས་མྱོང་དང་། བྱ་གཞག(དཔེར་ན། ལུས་སྦྱོད། སེམས་ངལ། ཤེས་སྦྱོང་། ཡང་ན་སྨོན་སྨྱན་ཉམས་ལེན་ལྟ་བུ་)དག་ལ་སྟོས་ཏེ་སྐྱེ་བོ་དེའི་རྒྱུད་ཀྱི་དབང་རྩ་ཕྲ་གཟུགས་བར་ཚུན་དབང་གི་འབྲེལ་ལམ་དེ་གྲིམ་སྟོད་ཅི་རིགས་སུ་གྱུར་ཚོག

ཁ༽ དབང་རྩ་མ་ལག་གི་ཆགས་དབྱིབས་དང་བྱེད་ལས་ལ་རིགས་རྒྱས་དང་ཁོར་ཡུག་གཉིས་ཀས་མི་ཚེ་ཧྲིལ་པོར་ཤུགས་རྐྱེན་ཐེབས་པ་ཐེབས་པ་ཞིག་འཛིན་བྱེད་པ་རེད།

༡ དབང་རྩའི་བརྡ་ལམ་དག་ནི་དབང་རྩ་མ་ལག་གི་རྩིང་གཞི་ཡིན་ལ། བརྡ་ལམ་དེ་དག་སྒྲུབ་བུའི་འཚར་འཕེལ་གྱི་དུས་ཡུན་རིང་རིགས་རྒྱས་འཆར་འགོད་ཀྱི་ལམ་ནས་ཐོག་མར་འགྲུབ་ཅིང་། དེ་རྗེས་ཐུ་ནང་གི་ཁོར་ཡུག་དང་ལྡན་དུ་འབྲེལ་སྒྱུར་བྱེད་པ་བརྒྱུད་མི་ཚེ་གང་པོར་བཟོ་འགྱུར་ཐེབས་ཀྱིན་དུ་འགོད། དབང་ཚོར་བརྡ་ལམ་(དཔེར་ན། རེག་ཚོར་དང་། མཐོང་ཚོར་དང་། ཐོས་ཚོར་ལྟ་བུ་)རྣམས་ཀྱིས་ཚུར་དབང་རྩ་མ་ལག་ལ་ཆ་འཕྲིན་ནང་འདྲེན་བྱེད་ལ། དེ་ལས་ལྡོག་སྟེ་གཡོ་འགུལ་བརྡ་ལམ་རྣམས་ཀྱིས་ཕྱི་གཏད་དང་རྫེན་བུ་དག་ལ་པར་ཆ་འཕྲིན་ཕྱིར་འདྲེན་བྱེད་པ་རེད།

༢ མི་ཚེའི་སྦྱོང་བ་རྣམས་ཀྱིས་དབང་རྩ་མ་ལག་ལ་འགྱུར་བ་སྐྱེད་ཅིང་། རིགས་རྒྱས་དང་ཁོར་ཡུག་མི་འདྲ་བའི་མཐུ་ལས་སེམས་ཅན་གྱི་ཀླད་པ་རེ་རེ་ནས་གཞན་སུ་གཅིག་དང་མི་མཚུངས་པར་ལོགས་སུ་འགྱུར་པར་བྱེད། དབང་རྩ་ཕྲ་གཟུགས་པལ་ཆེ་བ་འཚར་འཕེལ་རྒྱུད་རིམ་གྱི་འགོ་སྟོད་དུ་སྐྱེ་ལ། དེ་ནས་མི་ཚེ་གང་པོར་གནས་ཚོག ཝོན་ཀྱང་དབང་རྩ་ཕྲ་གཟུགས་རིགས་འགའ་ཞིག་མི་ཚེའི་རྗེས་སོར་སྨུ་མ་ཐུབ་དེ་གསར་དུ་འགྲུབ་པའང་ཡོད། ངོ་བདག་སྐྱི་བོས་ལུས་སེམས་ཀྱི་བྱ་གཞག་ཅི་རིགས་ལ་ཞུགས་པའི་སྒོ་ནས་རྒྱུན་མ་ཐུད་དེ་ཀླད་པ་བཀོལ་སྤྱོད་བྱེད་པས་ཀླད་པའི་ཆགས་དབྱིབས་དང་བྱེད་ལས་ཉར་ཚགས་ཀྱི་བྱ་བར་རམ་འདེགས་འཐོབ་པ་རེད།

ག༽ ཀླད་པ་ནི་སེམས་ཁམས་ཀྱི་རྟེན་རེད།

༡ ཀླད་པས་གཏན་ཚིགས་ཀྱི་བྱ་བར་ཞུགས་ཤིང་། འཆར་གཞི་འགོད་པ་དང་། དཀའ་རྙོག་སེལ་བར་ཞུགས་པས་རྣམ་དཔྱོད་ཀྱི་བློ་གྲོས་བསྐྱེད་ལ། དབང་ཚོར་དང་། སེམས་སྦྱོང་། དྲན་འཛིན་ཟེ་བའི་ཆ་འཕྲིན་ཐོབ་ཚད་ལ་བེད་སྤྱོད་པའི་སྒོ་ནས་ཀླད་པས་འཛིག་རྟེན་ཁམས་ལ་གོ་ལྡོག་འགྲེལ་བྱེད་པ་རེད། དེ་ལ་སེམས་སྦྱོང་དག་ནི་ཀླད་པས་ཐག་བཅད་པའི་བཟང་ངན་གྱི་གྲུབ་དོན་རྣམས་གཞི་ལ་བཞག་ནས་སྐྱེ་ཞིང་། མཐར་དེ་དག་བརྩེ་སེམས་དང་། ཁོང་ཁྲོ་དང་། མཉམ་སྦྱོང་གི་བསམ་པ་དང་། ངོ་ཚ་ལ་སོགས་པའི་ངོ་བོར་མངོན་དུ་འགྱུར། དེར་མ་ཟད། ཀླད་པས་འདས་པའི་སྦྱོང་བ་དག་ལས་རིག་པ་སློབ་པ་དང་། ད་ལྟ་དང་མ་འོངས་པར་འཕྲད་ཏུར་བའི་དཀའ་ཁག་རྣམས་ལ་གདོང་ལེན་བྱེད་པའི་ཐབས་ལམ་བཟང་ཤོས་གང་འོས་ཀྱི་སྟོན་དཔག་ཀྱང་བྱེད་པ་རེད།

༢ ཀླད་པས་སྐྱེ་བོའི་རྒྱུད་ཀྱི་ནང་གི་དེས་ཤེས་རྣམས་སྐད་བརྡའི་ལམ་ནས་བརྗོད་དུ་ཡོད་པར་བཟོ་ལ། འདི་ལྟར་དུ་ཆ་འཕྲིན་དང་རྣམ་རྟོག་བརྗེ་ལེན་གྱི་གོ་རིམ་འདིས་མིའི་འགྲོ་བར་འཕྲད་པའི་ཆེས་ཙ་དྲག་ཆེ་བའི་དཀའ་ཁག་ལས་མང་དག་ཅིག་སེལ་བཞམ། ཡང་ན་ཡར་སློང་བར་བྱེད།

ང༽ ཞིབ་འཇུག་གི་ལས་གཞི་དག་ནི་དབང་རྩ་མ་ལག་དང་འབྲེལ་བའི་འབྲུགས་སྐྱོན་འཚོས་པའི་ཐབས་རྩལ་འཕྲོད་སྤེལ་ཆེད་དེས་པར་མཁོ་བའི་གོ་རྟོགས་རིགས་བསྐྱེད་པར་ཕན་ཐོགས་ཡོད།

༡ མིའི་ཀླད་པས་འཛིག་རྟེན་ཁམས་ཀྱི་ལས་ཚུལ་ཇི་ལྟར་ཡིན་མིན་ཐད་ཤེས་འདོད་ཀྱི་བསམ་པ་རང་བཞིན་གྱིས་སྐྱེད་པར་བྱེད། དབང་རྩ་མ་ལག་ནི་བང་རིམ་དུ་མར་དབྱེ་ཞིབ་བྱེད་དུ་ཡོད་དེ། འདུས་རྡུལ་ཁེར་གཟུགས་པ་ནང་བན་ཚུན་འབྲེལ་སྦྱོར་བྱེད་ཚུལ་ནས་བརྩམས་ཏེ་སྨྲ་བརྗོད་དང་ཤེས་སྦྱོང་ལྟ་བུའི་རྩོག་འཛིང་ཅན་གྱི་གཤིས་སྤྱོད་ཀྱི་རིམ་པའི་བར་ཡིན་པའི་ཕྱིར། (དཔེ་རིས། ༢ ལ་ལྟོས།)

༢ གཞི་རིམ་གྱི་གསར་རྙེད་དག་ལ་བརྟེན་ནས་བདེ་འཕྲོད་དང་འཚོ་ཚུལ་གྱི་ཐབས་ལམ་སྤེལ་བ་དང་། ནད་གཞིའི་བཅོས་ཐབས་སྤེལ་བར་ཕན་ཐོགས་ཡོད། དབང་རྩ་ཚན་རིག་དང་འབྲེལ་བའི་ཞིབ་འཇུག་གི་བྱ་བ་རྣམས་འབྲུགས་སྐྱོན་སྣ་ཚོགས་འཚོས་པའི་ཐབས་རྩལ་གྱི་རིགས་མཐོང་འདེགས་གཏོང་བའི་རྨང་གཞིར་གྱུར་ཡོད།

NATURAL HISTORY: EVOLVING SENSES AND A BRAIN

Of course, while we humans for centuries have been exploring and struggling with figuring out how we sense the environment and think thoughts, this organ system—the **central nervous system** (or CNS) made up of the brain and its complementary components—that we're using to do all that struggling and figuring has been around and evolving for millions of years. Just as looking at the *societal* historical context of the development of neuroscience gives us a richer understanding, so does looking at the *natural* history, the *evolutionary* context of our brains, the seat of our minds. Looking at the evolution of brains will lead us into an exploration of *how* and *why* our brains evolved and then of what our brains have so far evolved into, what they now look like—their **anatomy.**

Let's refresh our brains on evolution. In Life Sciences Primer 1, we discuss the central themes of evolution: (1) the different environments that organisms experience greatly affect them and vice versa; (2) evolution integrates simple rules to develop complexity by conserving what works and using simple building blocks to create diversity; and (3) structure reflects function and vice versa. These themes all emerge in life according to Charles Darwin's tenet of natural selection: organisms that happen to have the collection of traits that best fit a particular environment will be 'naturally selected' by that environment and will thus have more offspring. Following this principle of natural selection and the three central themes of evolution, which are manifested at all biologic levels—molecules, cells, tissues, organs, organisms, and populations of organisms—all organisms evolved from a common ancestor. We can develop family trees demonstrating the relative relatedness of all species (Figure 9).

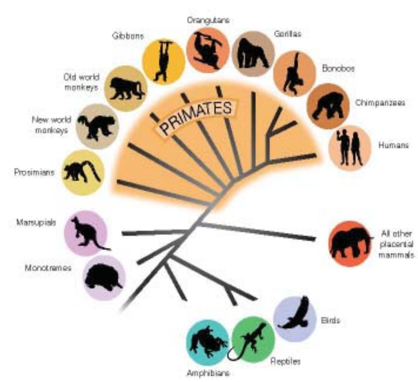


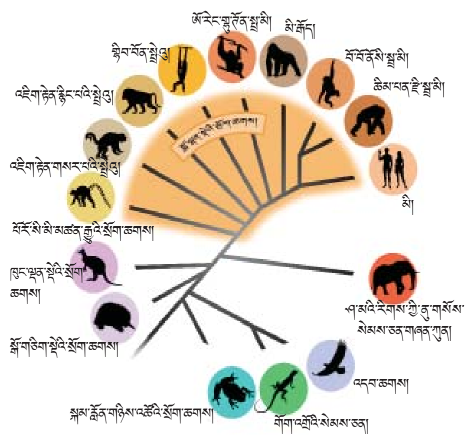
Figure 9: Family tree from Life Sciences Primer 1.

Keeping the principles of evolution in mind, how might something as complex as the human brain evolve? As a way into thinking about where and how our brains and the rest of our central nervous system began and evolved, let's think about what our brains—together with the rest of our bodies—are capable of doing now in us modern humans.

Look again at the pictures of His Holiness at the start of this primer. Remember we asked you what you saw and felt when you looked at these photos. Seeing them, you might experience recognition, happiness, love, peace, or other thoughts and emotions. As biologists interested in the brain and human behavior, **make a list** of all the different processes that must happen in us when we 'experience the pictures'.

རང་བྱུང་ཁམས་ཀྱི་བྱུང་རབས་ལོ་རྒྱུས། དབང་ཚོར་དང་ཀླད་པ་འཕེལ་འགྱུར་བྱུང་ཚུལ།

ཤེས་གསལ་ལྟར། མིའི་འགྲོ་བ་རྣམས་རང་གི་ཁོར་ཡུག་ཤེས་ཚོར་ཐུབ་པ་དང་མཉེ་བསམ་གཏོང་ཐུབ་པ་འདི་འདྲ་ཞིག་ཏུ་གྱུར་ཡོད་པ་འདིའི་གསང་བ་བརྙོལ་ཆེད། ངེད་ཅག་མིའི་འགྲོ་བས་དུས་རབས་མང་པོའི་རིང་འཚོལ་ཞིབ་དང་འབད་རྩོལ་བྱེད་ཀྱིན་དུ་གནས་ལ། དེ་དང་དུས་མཚུངས་སུ་དབང་པོ་མ་ལག་གང་ཞིག་བཀོལ་ཏེ་འཚོལ་ཞིབ་དང་འབད་རྩོལ་གྱི་བྱ་བ་དེར་ཞུགས་པའི་མ་ལག་སྟེ། ཀླད་པ་དང་དེའི་ཟུང་འབྲེལ་ཡན་ལག་དག་ལས་གྲུབ་པའི་དབང་རྩ་ལྟེ་བའི་མ་ལག (སྐྲུང་བྲིས་སུ་སི་ཨེན་ཨེསི་)དེ་ཉིད་ལོ་ངོ་ས་ཡ་མང་པོའི་རིང་འཕེལ་འགྱུར་བརྒྱུད་ཀྱིན་དུ་གནས་ཤིང་འཁོད་ཡོད། ང་ཚོས་དབང་རྩ་ཚན་རིག་གི་འཕེལ་རིམ་གང་ནས་བརྒྱུད་པའི་*སྐྱེ་ཚོགས་བྱུང་རབས་ཀྱི་འབྲེལ་ལ*་བལྟས་པས་ང་ཚོའི་རྒྱུད་ལ་གོ་རྟོགས་ལྷག་པོ་ཞིག་བསྐྱེད་པ་ཇི་བཞིན་དུ། ང་ཚོའི་སེམས་ཀྱི་བསྟི་གནས་སུ་གྱུར་པ་ཀླད་པའི་འཕེལ་རིམ་གྱི་*རང་བྱུང་ལོ་རྒྱུས་ཀྱི་འབྲེལ་ལ*་བལྟས་པས་ཀྱང་ཚུལ་དེ་ལྟར་དུ་གོ་རྟོགས་ལྷག་པོ་ཞིག་བསྐྱེད་ངེས་རེད། ཀླད་པའི་*འཕེལ་འགྱུར་གྱི*་རྒྱུད་རིམ་ལ་བལྟས་ཙ་ན། ཀླད་པ་ཚུལ་*ཇི*་*ལྟར*་དུ་འཕེལ་འགྱུར་སོང་བ་དང་། དེ་ལྟར་དུ་*ཅིའི*་*ཕྱིར*་འཕེལ་འགྱུར་སོང་བའི་སྐོར་གྱི་དབྱེ་ཞིབ་ཀྱི་ཕྱོགས་སུ་ངེད་རྣམས་དྲང་པར་བྱེད་ལ། དེར་མ་ཟད་ང་ཚོའི་ཀླད་པ་ནི་ད་ཚོད་གང་གི་ངོ་བོར་འཕེལ་འགྱུར་སོང་ཡོད་མེད་དེ། དེའི་ད་ལྟའི་རྣམ་པའམ་ད་ལྟའི་གནས་ལུགས་གང་ཡིན་འཚོལ་བའི་དབྱེ་ཞིབ་ཀྱི་ཕྱོགས་སུ་ཡང་རིམ་གྱིས་དྲང་ངེས་ཡིན།



དཔེ་རིས། ༩ ཚེ་སྲོག་ཚན་རིག་གི་སྟོན་འགྲོའི་སློབ་དེབ་དང་པོ་ནས་ཁོལ་དུ་ཕྱུང་བའི་ཁྲིམ་རྒྱུད་སྡོང་པོ།

མཚམས་འདིར་ངེད་ཚོས་འཕེལ་འགྱུར་རིག་པའི་ཤེས་བྱ་ལ་ཕྱིར་དྲན་ཞིག་བྱེད་ན་འདི་ལྟར། ཚེ་སྲོག་ཚན་རིག་གི་སྟོན་འགྲོའི་སློབ་དེབ་དང་པོའི་ནང་འཕེལ་འགྱུར་རིག་པའི་གཞུམ་གསལ་གནས་ལུགས་གཙོ་བོ་རྣམས་ལ་ང་ཚོས་ཤེས་སྦྱོང་བྱས་ཡོད་དེ། ༡༽ སྐྱེ་ལྡན་གྱི་རྣམ་པ་སོ་སོས་སྤྱོང་ཞིང་སྤྱོད་པའི་ཁོར་ཡུག་སྣ་ཚོགས་པ་དག་གིས་སྐྱེ་ལྡན་དག་ལ་ཚུར་ཤུགས་རྐྱེན་ཆེན་པོ་བཟོ་བ་ལྟར་ཕར་ཡང་དེ་བཞིན་བྱེད་པ། ༢༽ འཕེལ་འགྱུར་གྱིས་སྣ་བསྡུས་ཀྱི་གཏན་ཁྲིམས་དག་ལ་འཚམ་འགྲིག་བྱེད་པའི་སྒོ་ནས་གང་ཞིག་ལས་ལ་བཀོལ་དུ་ཡོད་པ་རྣམས་ཞར་ཚགས་བྱེད་པ་བརྒྱུད། སྣ་བསྡུས་ཀྱི་རྒྱུ་ཆ་བཀོལ་སྤྱོད་བྱས་ཏེ་སྣ་ཚོགས་ཀྱི་རྣམ་པ་སྐྲུན་པ། ༣༽ བཀོད་པ་དང་བྱེད་ལས་གཉིས་ཕན་ཚུན་འབྲེལ་ཞིང་ཕན་ཚུན་འགྲེལ་མཚོན་བྱེད་པ་བཅས་ཡིན། དེ་ལ་ཆར་ལེསི་ཌར་ཝིན་གྱིས་བཏོན་པའི་རང་བྱུང་འདེམས་སྒྲུག་གི་རིག་པ་གཞིར་བཞག་བྱས་ན་གོང་གི་གནས་ལུགས་དེ་ཀུན་ཚེ་སྲོག་གི་ཁྲོད་དུ་མངོན་གྱུར་དུ་གྲུབ་ཚུལ་ནི། ཁོར་ཡུག་ངེས་ཅན་ཞིག་ཏུ་མཐུན་འཕྲོད་ཆེ་ཤོས་སུ་གྱུར་པའི་ཁྱད་གཤིས་ཀྱི་ཚོགས་གང་དེ་གང་ཞིག་ལ་མངའ་བའི་སྐྱེ་ལྡན་དེ་རྣམས་རང་བཞིན་གྱིས་ཁོར་ཡུག་དེས་འདེམས་སྒྲུག་བྱེད་པ་དང་། དེ་ལ་བརྟེན་ནས་དེ་དག་ལ་རྒྱུད་འཛིན་ཕྲུ་གུ་མང་བ་འབྱུང་གིན་པ་དེ་རེད། རང་བྱུང་འདེམས་སྒྲུག་གི་ངེས་ལུགས་དང་གོང་གསལ་གནས་ལུགས་གཙོ་བོ་གསུམ་པོ་དེ་དག་གི་བཀོད་སྒྲིག་འོག་སྐྱེ་ལྡན་ཀུན་ཐུབ་མོང་གི་མེས་པོ་ཞིག་ནས་འཕེལ་འགྱུར་བྱུང་ཡོད་ལ། གནས་ལུགས་གཙོ་བོ་གསུམ་པོ་དེ་རྣམས་ཀྱང་སྐྱེ་དངོས་ཀྱི་གནས་རིམ་ཀུན་ཏེ། འདུས་རྡུལ་དང་། ཕྲ་ཕུང་། ཕུང་གྲུབ། དབང་པོ། སྐྱེ་ལྡན། སྐྱེ་ལྡན་ཚོགས་འདུས་བཅས་ཀྱི་རིམ་པ་སོ་སོར་མངོན་སུམ་གསལ་ཇེན་དུ་མཐོང་ཐུབ། དེར་བརྟེན་སྐྱེ་ལྡན་འཇེ་རིགས་ཀུན་ཕན་ཚུན་ལྟོས་འཛོག་གིས་ཇི་ལྟར་འབྲེལ་ཚུལ་གྱི་གནས་ལུགས་འགྲེལ་མཚོན་བྱེད་པའི་ཁྲིམ་རྒྱུད་སྡོང་པོ་དེ་འདྲ་ང་ཚོས་བསླབ་དུ་ཡོད (དཔེ་རིས། ༩)།

འཕེལ་འགྱུར་གྱི་ངེས་ལུགས་དེ་རྣམས་སེམས་ལ་ངེས་བཞིན་དུ། མིའི་ཀླད་པ་ལྟ་བུ་རྟོག་འཛིན་ཅན་གྱི་རྣམ་པ་དེ་འདྲ་ཇི་ལྟར་འཕེལ་འགྱུར་བྱུང་བའི་ཕྱོགས་ལ་ཁྱོད་ཀྱིས་མཉེ་བསམ་གཏོང་དགོས། ང་ཚོའི་ཀླད་པ་ཟེ་བའི་དབང་རྩ་ལྟེ་བའི་མ་ལག་གི་གྲུབ་ཆ་ལྷག་མ་རྣམས་ཚུལ་ཇི་ལྟར་དང་། ཁྱུལ་གང་དུ་ཐོག་མར་འགོ་ཚུགས་པ་དང་། དེ་ནས་མཐར་ཇི་ལྟར་འཕེལ་འགྱུར་བྱུང་ཚུལ་གྱི་འཆར་སྣང་བསྐྱེད་པའི་ཆེད། ང་ཚོས་དེང་རབས་ཀྱི་མིའི་ཀླད་པ་ཚུད་པའི་མིའི་ལུས་པོ་ཡོངས་རྫོགས་ཀྱིས་ད་ལྟ་བྱེད་ལས་གང་དང་གང་བསྒྲུབ་ཐུབ་མིན་ཐད་ལ་བསམ་གཞིག་ཅིག་བྱའོ།།

སྟོན་འགྲོའི་སློབ་དེབ་འདིའི་འགོ་སྟོད་དུ་གསལ་བའི་“འགོང་ས་མཚོག་གི་སྐྱ་པར་རྣམས་ལ་ཁྱེད་ཀྱིས་བསྐྱར་ནས་ལན་གཅིག་མཛོལ་ལ། གོང་དུ་ཁྱེད་ལ་སྐྱ་པར་དེ་རྣམས་མདལ་དུས་ཁྱེད་ཀྱིས་གང་མཐོང་ངམ། ཁྱེད་ཀྱིས་གང་ཞིག་ཚོར་རམ། ཞེས་དྲིས་པའང་འདིར་དྲན་དགོས། དེ་དག་མདལ་བ་ན་ཁྱེད་ལ་ངོ་ཤེས་ཀྱི་བློའམ། དགའ་བའི་ཚོར་བ། མཛའ་བརྩེའི་བསམ་པ། བག་ཕྲོད་ཀྱི་བསམ་པ། ཡང་ན་དེ་ལས་གཞན་པའི་བསམ་པའམ་སེམས་སྤྱོང་གི་རིགས་སྐྱེ་སྲིད། ཁྱེད་ཉིད་མིའི་གཤིས་སྤྱོད་དང་ཀླད་པའི་དབྱེ་ཞིབ་ལ་སྒོ་སྣང་ཁོལ་བའི་སྐྱེ་དངོས་རིག་པ་བ་ཞིག་ཡིན་པའི་ཆ་ནས། མིའི་འགྲོ་བ་ཞིག་གིས་“སྐྱ་པར་འདི་དག་ཉམས་སུ་མྱོང་”བའི་ཚེ་དེས་ངེས་པར་བརྒྱུད་དགོས་པའི་རྒྱུད་རིམ་མི་འདྲ་བ་ཀུན་གྱི་ཐོ་གཞུང་ཞིག་ཁྱོད་ཀྱིས་བཟོ་དགོས།

As you develop your list, you may want to consider the discussion we present in Life Sciences Primer II about what happens when we touch a hot cup of chai. How do we experience touching the cup?   How do we respond? Why? How is responding to touching a cup of hot chai different than responding to pictures of His Holiness? How might such differences be reflected in our biological response?

At the most basic level, your list of what happens when you look at the images of His Holiness should include these phenomena:

1. **sense**
2. **take in and interpret what is sensed**
3. **respond.**

These are the three most basic challenges of any organism (and of any cell, for that matter; see Life Sciences Primer II).   Even the simplest organisms on earth, single-celled bacteria and yeast, can carry out these three basic steps. In Life Sciences Primer II, we discuss whether bacteria can sense. Monks and nuns we were teaching in Dharamsala designed experiments to test this question: are bacteria sentient beings? They grew bacteria and observed them under the microscope responding to the environment. Everyone agreed the bacteria were responding, but there was disagreement on whether this counted as being 'sentient'.

Biologists see these bacteria and other single-celled organisms as definitely responding. And if you appreciate the concepts of evolution, you shouldn't be too surprised that many of the basic mechanisms and molecules involved in sensing and responding are similar in these single-celled organisms and in us. For example, the molecules that yeast, single-celled eukaryotes, use to communicate are basically the same ones that our nervous system cells (neurons) use to communicate; it's just that our cells use many more and more diverse molecules to do so.

And, whereas one species of yeast cells may contain at the most two to three different cell types, humans have evolved many different types of cells that have special and coordinated functions. The evolution of cooperation and multicellularity is discussed in Life Sciences Primer III.

Let's elaborate the list above; our three basic sensing phenomena begin to re-

ཁྱེད་ཀྱིས་ཐོ་གཞུང་དེ་འདྲ་ཞིག་བཟོ་བ་དང་དུས་མཚུངས་སུ་ཚེ་སྲོག་ཆགས་རིག་གི་སྟོན་འགྲོའི་སློབ་དེབ་གཉིས་པའི་ནང་ཇ་ཚ་པོའི་ཕོར་པ་ཞིག་ལ་རེག་སྐབས་ཅི་ཞིག་འབྱུང་མིན་ཐད་ང་ཚོས་གོང་དང་མཚུངས་པའི་བརྒྱ་གླིང་བྱས་པ་དེར་ཡང་བསམ་གཞིག་བྱེད་འོས། ཕོར་པ་དེར་རེག་པའི་བྱུང་བ་དེ་ང་ཚོས་ཇི་ལྟར་ཉམས་སུ་མྱོང་ངམ། ང་ཚོས་དེར་ཡ་ལན་ཅི་འདྲ་ཞིག་བྱེད་དམ། དེ་ལྟར་བྱེད་པ་ཅིས་ཡིན་ནམ། ༼གོང་ས་མཆོག་གི་སྐུ་པར་ལ་ཡ་ལན་སྤྲོད་ཚུལ་དང་བསྡུར་ན་ཇའི་ཕོར་པ་དེར་ཡ་ལན་སྤྲོད་ཚུལ་དེ་ཇི་ལྟར་མི་མཚུངས་སམ། དེ་ལྟའི་མི་མཚུངས་པའི་ཁྱད་པར་དེ་དག་ལུས་ཕུང་ཁྲོད་ཡ་ལན་གྱི་རྣམ་པ་གང་ཞིག་གི་ངོ་བོར་མངོན་པར་དོད་དམ།

ཆེས་རྒྱང་གཞིའི་རིམ་པར་ཆ་མཚོན་ན་འང་། ༼གོང་ས་མཆོག་གི་སྐུ་པར་མཐོང་སྐབས་གང་འབྱུང་རུང་བའི་རྒྱུད་རིམ་འཁོད་པའི་ཐོ་གཞུང་ཁྱོད་ཀྱིས་བསྒྲིགས་པ་དེའི་ནང་གཞམ་གསལ་དོན་གནས་རྣམས་ངེས་པར་ཚུད་དགོས། དེ་དག་ནི།

༡༽ ཚོར་སྣང་སྐྱེ་བ།

༢༽ གང་ཚོར་བ་དེ་ཉིད་ནང་དུ་དྲངས་ནས་དེ་ལ་གློག་འཁྲིལ་བྱེད་པ།

༣༽ ཡ་ལན་སྤྲོད་པ།

གོང་གསལ་རྣམས་ནི་སྐྱེ་ལྡན་ཅི་འདྲ་ཞིག་ཡིན་རུང་(དེ་བཞིན་དུ་སྲོས་ན། ཕྲ་ཕུང་ཅི་འདྲ་ཞིག་ཡིན་རུང་)ཡང་དེས་བསྒྲུབ་པའི་གཞི་རིམ་གྱི་བྱ་གཞག་རྣམས་ཡིན་ལ།(ཚེ་སྲོག་ཆགས་རིག་གི་སྟོན་འགྲོའི་སློབ་དེབ་གཉིས་པར་ལྟོས།) སའི་གོ་ལ་འདིའི་ཆེས་སྔབས་བདེའི་སྐྱེ་ལྡན་གྱི་རྣམ་པ་དཔེར་ན་འབུ་ཕྲ་དང་སྐྱུར་རྩི་དག་གིས་ཀྱང་གོང་གསལ་བྱ་རིམ་གསུམ་པོ་བསྒྲུབ་ཐུབ། ཚེ་སྲོག་ཆགས་རིག་གི་སྟོན་འགྲོའི་སློབ་དེབ་གཉིས་པའི་ནང་འབུ་ཕྲར་ཚོར་སྣང་ཡོད་མེད་སྐོར་གྱི་ང་ཚོས་གྲོས་སྡུར་དེ་འདིར་ཕྱིར་དྲན་བྱེད་འོས། རྣ་སར་སློབ་ཁྲིད་བྱེད་སའི་གྲྭ་བཙུན་རྣམས་ཀྱིས་འབུ་ཕྲ་སེམས་ཅན་ཡིན་མིན་ཐད་དངོས་བཤེར་བྱེད་པའི་བརྟག་དཔྱད་ཀྱི་བགོད་པ་དེ་འདྲ་བཤམས་ཡོད་ལ། ཁོང་ཚོས་འབུ་ཕྲ་བསྐྱེད་སྤེལ་བྱས་ནས་དེ་དག་གིས་ཁོར་ཡུག་ལ་ཡ་ལན་སྤྲོད་མིན་ཕྲ་མཐོང་ཆེ་ཤེལ་བརྒྱུད་ཞིབ་འཚོལ་བྱས་ཡོད། སྐབས་དེར་འབུ་ཕྲས་ཡ་ལན་སྤྲོད་པ་ཀུན་གྱིས་མོས་མཐུན་བྱས་ཡོད་ཀྱང་། དེ་ཙམ་གྱིས་སེམས་ཅན་དུ་བརྩི་རུང་མིན་ཐད་ལ་འདོད་ཚུལ་མི་མཐུན་པ་བྱུང་བ་རེད།

འབུ་ཕྲ་འདི་དག་དང་ཕྲ་ཕུང་རྒྱང་ལྡན་གྱི་སྐྱེ་ལྡན་གཞན་དག་གིས་ཏན་ཏན་ཡ་ལན་སྤྲོད་རེས་བྱེད་པ་ནི་སྐྱེ་དངོས་རིག་པ་བ་རྣམས་ཀྱིས་ངོས་འཛིན་བྱེད་ཀྱིན་ཡོད། གལ་ཏེ་ཁྱོད་ཉིད་འཕེལ་འགྱུར་རིག་པའི་རྣམ་གཞག་དག་ལ་རྟོགས་པ་སད་པ་ཞིག་ཡིན་ན། ཚོར་སྣང་དང་ཡ་ལན་བྱེད་རིམ་ལ་འབྲེལ་བའི་གཞི་རིམ་གྱི་ལས་ཚུལ་དང་འདུས་རྟུལ་གྱི་ངོ་བོའི་ཆ་ནས་མིའི་འགྲོ་བའི་རྒྱུད་ཀྱི་དེ་དག་དང་ཕྲ་ཕུང་རྒྱང་ལྡན་གྱི་སྐྱེ་ལྡན་རྒྱུད་ཀྱི་དེ་རྣམས་འདྲ་མཚུངས་ཡིན་པར་ཧ་ཅང་པ་འདིས་ཁྱེད་ངོ་མཚར་བསྐྱེད་པའི་རྐྱེན་དུ་མི་འགྲོ། དཔེར་ན། (ཕྲ་ཕུང་རྒྱང་ལྡན་གྱི་ཉིང་ཅན་སྐྱེ་ལྡན་གྲས་ཀྱི་)སྐྱུར་རྩི་དག་གིས་བརྡ་ལན་སྤྲོད་ལེན་ཆེད་བཀོལ་བའི་འདུས་རྟུལ་དེ་དག་མིའི་དབང་རྩ་མ་ལག་གི་ཕྲ་ཕུང་(དབང་རྩ་ཕྲ་གཟུགས་)རྣམས་ཀྱིས་བརྡ་ལན་སྤྲོད་ལེན་ཆེད་བཀོལ་བའི་འདུས་རྟུལ་དེ་དག་དང་གཞི་རྩའི་ཆ་ནས་གཅིག་གྱུར་ཡིན། འདིར་ཁྱད་པར་ནི། མིའི་ཕྲ་ཕུང་རྣམས་ཀྱིས་བྱ་བ་དེ་འགྲུབ་པར་འདུས་རྟུལ་གྱི་གྲངས་མང་བ་དང་རྣམ་གྲངས་མང་བ་བཀོལ་སྤྱོད་བྱེད་པ་དེ་ཙམ་རེད།

དེ་ཡང་སྐྱུར་རྩིའི་ཕྲ་ཕུང་གི་ཉེ་རིགས་ཤིག་ལ་མང་མཐར་ཕྲ་ཕུང་གི་རིགས་གཉིས་ནས་གསུམ་བར་ཡོད་རུང་ཡང་། མིའི་འགྲོ་བར་ནི་དམིགས་བཀར་གྱི་བྱེད་ལས་དང་མཉམ་སྦྲེལ་བྱེད་ལས་འགྲུབ་པའི་ཕྲ་ཕུང་རིགས་མི་འདྲ་བ་དུ་མ་འཕེལ་འགྱུར་བྱུང་ཡོད། འདི་ལྟའི་མཉམ་སྦྲེལ་གྱི་རང་བཞིན་དང་ཕྲ་ཕུང་སྣ་མང་གི་གནས་བབ་འཕེལ་འགྱུར་བྱུང་ཚུལ་སྐོར་ཚེ་སྲོག་ཆགས་རིག་གི་སྟོན་འགྲོའི་སློབ་དེབ་གསུམ་པའི་ནང་སྙིངས་བཤད་བྱས་ཡོད།

ད་ནི་སྔར་གྱི་ཐོ་གཞུང་དེར་སྤྲོས་པ་འདེབས་པར་ཞུགས་ལ། དེ་ནི་བང་རིམ་གསུམ་པོ་དེ་དག་ལ་རིམ་བཞིན་རྟོག་འཛིང་ཇེ་ཆེའི་སྐྱེ་དངོས་ཀྱི་གནས་བབ་བསྟན་པའི་སྒོ་ནས་བྱེད་དགོ། །དེ་ཡང་དཔེར་ན་འདི་ལྟར་སྟོན་རུང་སྟེ།

quire more complex biology. For example, we could add to the list as follows:

1. **sense:** *use our eyes to detect the light reflected from the images;*
2. **take in and interpret what is sensed**: *transfer the information experienced in the eye as light into another kind of signal that can go to the brain, and the brain perceives this image as that of His Holiness;*
3. **respond:** *signal from the brain based on interpretation leads to relevant response, for example, to the hand muscle to pick up the pictures, to the eye to keep looking at the images.*

A huge leap occurs here in step 2—a huge leap in structure and function and capacity. We leap from sensing like bacteria and reflexive sensing (like we do in response to feeling a cup of hot chai) to perception. In Life Sciences Primer II, we discuss basic sensing; here we move to perception, or the complex interpretation of that sensing. How does the brain construct a perception? For example, how does your brain take what you see in the pictures of the Dalai Lama, recognize the picture as a person first of all, and as the Dalai Lama, and mix in past experiences, feelings, plans, and ideas to emerge very quickly with a perception of those pictures and even the construction of new experiences? To begin to explore these questions, let's trace how the capacity to move from sensing to perceiving may have evolved.

Clearly, without many different types of cells working together, the capacities outlined in our more refined and complex list above would not be possible. Single cells eventually—over millions of years—evolved the ability to differentiate, that is, to develop into different types of cells working together within one organism. As seen in Life Sciences Primer III, the slime mold, Dictyostelium discoidum, is an example of a contemporary organism that represents the evolutionary transition from single-celled to differentiated multicellular organism.

Slime molds live anywhere in the world where there is a cold, moist, dark forest floor. They exist as single-celled organisms until they sense a lack of food. Then they send out a signal along the forest floor that tells the single cells of the slime mold nearby to gather together. Once these single-cells gather and reach a critical mass of about 100,000 cells, they essentially become a multicelled organism that moves around as a slug on the forest floor and then, if still no food is found, quite dramatically begin to differentiate, that is, form new types of cells (Figure 10). The slug stops, shrinks, and its cells differentiate to

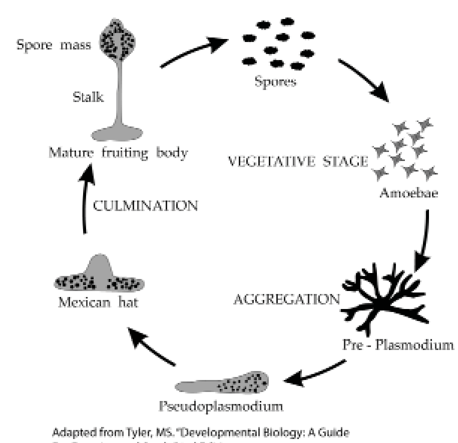


Figure 10: Life cycle of a slime mold.

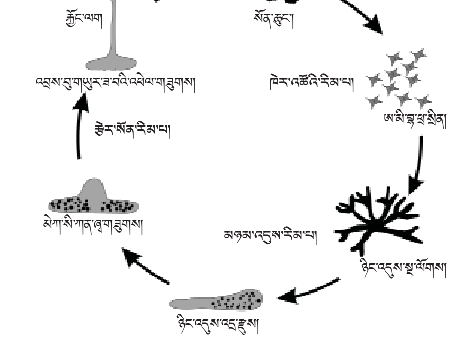
༡) ཚོར་སྣོད་སྐྱེ་བ། *ཕྱིའི་གཟུགས་བརྙན་ལས་ཕྱིར་ལྡོག་སྟེ་བྱུང་བའི་འོད་མདངས་ཚོར་ཞིང་ཤེས་པའི་ཆེད་དུ་མིག་བཀོལ་སྤྱོད་བྱེད་པ།*

༢) ཁ་ཚོར་བ་དེ་ཉིད་ནང་འཛིན་བྱས་ཏེ་དེ་ལ་གློག་འགྲེལ་བྱེད་པ། *མིག་གིས་འོད་མདངས་ཀྱི་རྣམ་པར་ཉམས་སུ་མྱོང་བའི་ཆ་འཕྲིན་དེ་ཀླད་པར་བསྒྲོད་ཐུབ་པའི་བརྡ་འཕྲིན་གཞན་ཞིག་གི་ངོ་བོར་སྤར་ནས་དེར་འོར་འཛིན་བྱེད་པ་དང་། ཀླད་པས་སྣང་བརྙན་དེ་ལ་འགོད་ས་མཚོག་གི་ཡིན་པར་འདུ་ཤེས་པ།*

༣) ཡ་ལན་སློད་པ། *ཀླད་པས་ཀློག་འགྲེལ་ཅི་འདྲ་ཞིག་ཏུ་བྱས་པ་དེ་གཞིར་བྱས་ནས་བཏང་བའི་བརྡ་འཕྲིན་དེས་འོས་འཚམས་ཀྱི་ཡ་ལན་འདེབས་པར་བསྐུལ་བ་སྟེ། དཔེར་ན། སྐྱ་པར་དེ་ལག་པས་ཡར་འདེགས་སུ་འཇུག་པ་ལྟ་བུ་དང་། ཡང་ན་སྣང་བརྙན་དེར་མིག་གིས་བལྟ་རུ་འཇུག་པ་ལྟ་བུའོ།།*

འདིར་བྱེད་རིམ་གཉིས་པར་མཚོང་སྐྱོད་ཆེན་པོ་ཞིག་ཐེབས་ཡོད་པ་ནི། བཀོད་དབྱིབས་དང་། བྱེད་ལས། ལས་ནུས་བཅས་ཀྱི་ཐད་མཚོང་སྐྱོད་ཆེན་པོ་ཞིག་བྱུང་བ་དེ་ཡིན། དེ་ཡང་གོང་དུ་འདུ་ཕྲ་དང་རང་འགྱུལ་ཚོར་སྣོད་(ཧ་ཆ་ཕོའི་སོར་པ་ཞིག་ལ་རེག་ཙ་ན་ང་ཚོས་རང་བཞིན་གྱིས་སྤྲོད་པའི་ཡ་ལན་ལྟ་བུ་)དག་གིས་ཡུལ་ཚོར་ལུགས་དེ་ནས་འདིར་འདུ་ཤེས་བསྐྱེད་པའི་བར་མཚོང་སྐྱོད་བྱེད་པ་དེ་རེད། ང་ཚོས་ཚེ་སྲོག་ཚན་རིག་གི་སློབ་འགྲོའི་སློབ་དེབ་གཉིས་པར་གཞི་རིམ་གྱི་ཚོར་སྣོད་སྐོར་གྲོས་སྟུར་བྱས་ཡོད་ལ། འདིར་ང་ཚོས་འདུ་ཤེས་ཏེ། གང་ཞིག་ཚོར་བ་དེར་ཀློག་འགྲེལ་ཟབ་པོ་ཞིག་བྱེད་པའི་ཕྱོགས་སུ་བསྐྱོད་ཡོད། དེས་ན་ཀླད་པས་འདུ་ཤེས་ཀྱི་བྱེད་པ་ཇི་ལྟར་བསྐྱེད་དམ། དེ་ཡང་དཔེར་མཚོན་ན། ཁྱེད་ཀྱི་ཀླད་པས་འགོད་ས་མཚོག་གི་སྐྱ་པར་གྱི་གོ་ས་གང་མཐོང་བ་དེ་ཇི་ལྟར་ནང་འཛིན་བྱེད་དམ། དེ་ནས་སྐྱ་པར་དེ་ཉིད་ཐོག་མར་གང་ཟག་ཅིག་གི་ཡིན་པ་དང་། དེ་རྗེས་འགོད་ས་མཚོག་གི་ཡིན་པ་ཇི་ལྟར་ཤེས་སམ། དེ་ལྟར་བརྒྱུད་པ་དང་དུས་མཚུངས་སུ་དེས་འདབས་པའི་མྱོང་བ་དང་། ཚོར་བ། བཀོད་སྒྲིག རིག་པ་བཅས་པ་མཉམ་སྡེབ་ཀྱིས་ཆེས་མྱུར་བར་ཐ་ན་སྤྱོང་བ་གསར་པ་བསྐྱེད་པའི་སྒོ་ནས་སྐྱ་པར་དེ་དང་འབྲེལ་བའི་འདུ་ཤེས་ཀྱི་བྱེད་པར་ཞུགས་པ་དེ་ཇི་ལྟར་འགྲུབ་པ་ཡིན་ནམ། དྲི་བ་འདི་དག་ལ་དཔྱད་ཞིབ་བྱེད་པའི་འགོར་ང་ཚོས་ཚོར་སྣོད་གི་རིམ་པ་ནས་འདུ་ཤེས་ཀྱི་རིམ་པར་སྤོ་བཤུད་ཀྱི་ནུས་རྩལ་དེ་ཉིད་ཇི་ལྟར་འཕེལ་འགྱུར་བྱུང་ཚུལ་ལ་རྩད་གཅོད་བྱའོ།།

ཕྲ་ཕྱུང་གི་རིགས་ཐ་དད་དུ་མ་མཉམ་སྦྲེལ་གྱིས་ལས་ལ་ཞུགས་པ་དེ་འདྲ་ཞིག་མེད་པར། རྟོག་འཛིང་དང་ཞིབ་བཏགས་སྤར་བས་ཆེ་བའི་གོང་གསལ་ཐོ་གཞུང་དེར་རྩོབ་ཕྲིས་སུ་བཀོད་པའི་ནུས་རྩལ་དེ་དག་འབྱུང་མི་སྲིད་པ་ནི་མངོན་པར་གསལ་ལོ། དེས་ན་ཕྲ་ཕྱུང་ཁེར་རྐྱང་བ་དེ་རྣམས་ལོ་ངོས་ཡ་དུ་མའི་རིང་རིམ་གྱིས་འཕེལ་འགྱུར་བྱུང་སྟེ་ད་གཟོད་ལས་ཀྱི་རྣམ་གྲངས་སོ་སོར་ཞུགས་ནུས་པ་སྟེ། སྐྱེ་ལྡན་སྲོག་ཆགས་གཅིག་རང་གི་རྒྱུད་དུ་ཕན་ཚུན་མཉམ་རུབ་ཀྱིས་ལས་ལ་གཞོལ་བའི་ཕྲ་ཕྱུང་རིགས་མི་གཅིག་པའི་ངོ་བོར་འབྱུ་ཐུབ་པ་འདི་བྱུང་ངོ་། །ཚེ་སྲོག་ཚན་རིག་གི་སློན་འགྲོའི་སློབ་དེབ་གསུམ་པར་གསལ་བ་བཞིན། སྨྱུག་ཕྱུང་(འདི་གང་དུ་གཏོགས་སའི་རྒྱུད་ལ་ཊེཀ་ཊོཡི་སིཊེ་ལིཡམ་དང་། ཉེ་རིགས་ལ་ཊེསི་གོཡི་ཊེམ་ཟེར་བ་རེད།)ནི་སྐྱེ་ལྡན་ཞིག་ཕྲ་ཕྱུང་རྐྱང་ལྡན་གྱི་གནས་བབ་ནས་རྣམ་དབྱེ་སོ་སོར་ཕྱེད་པའི་ཕྲ་ཕྱུང་མང་ལྡན་གྱི་གནས་བབ་བར་རིམ་གྱིས་འཕེལ་འགྱུར་བྱུང་ཚུལ་མཚོན་པའི་ད་ལྟའི་སྐྱེ་ལྡན་གྱི་དཔེ་མཚོན་ཞིག་རེད།



འདུ་རིས་འདི་མེ་རི་ཨེ་སི་ཏཡི་ལར་གྱིས་བརྩམས་པའི་"སྐྱེ་འཕེལ་སྐྱེ་དངོས་རིག་པ། དངོས་བཤེར་དབྱེ་ཞིབ་བྱེད་ཚུལ་གྱི་ལམ་སྟོན།"ཞེས་པའི་དེབ་དེའི་འདོན་ཐེངས་གསུམ་པ་ལས་བསྒྱུར་སྒྲིག་བྱས།

དཔེ་རིས། ༡༠ སྨྱུག་ཕྱུང་ཞིག་གི་ཚེའི་འཁོར་རྒྱུན།

དེ་ལ་སྨྱུག་ཕྱུང་ནི་གྲང་ཞིང་རླན་ལ་སླག་རུམ་འཐིབས་པའི་ནགས་ཚལ་གྱི་མཐིལ་ཞལ་ཡོད་སའི་འཛམ་གླིང་གི་ཕྱོགས་གང་སར་འཚོ་སྡོད་བྱེད་མཁན་ཞིག་ཡིན། དེ་དག་ཟས་ཀྱིས་ཐོངས་ཏེ་ལྟོགས་སྣང་མ་སྐྱེས་བར་དུ་ཕྲ་ཕྱུང་ཁེར་རྐྱང་པའི་སྐྱེ་ལྡན་གྱི་ངོ་བོར་འཚོ་སྡོད་བྱེད་ལ། ནམ་ཞིག་ལྟོགས་སྣང་སྐྱེས་པ་ན་ཉེ་འཁྲིས་སུ་འཁོད་པའི་ཕྲ་ཕྱུང་རྐྱང་ལྡན་གྱི་སྨྱུག་ཕྱུང་གཞན་རྣམས་ལ་ནགས་ཚལ་གྱི་མཐིལ་ཞལ་རྒྱུད་དུ་ཕྱོགས་གཅིག་ཏུ་འདུ་དགོས་པའི་བརྡ་འཕྲིན་གཏོང་ངོ་། །ཕྲ་ཕྱུང་རྐྱང་ལྡན་འདི་དག་འདུས་ཏེ་ཕྲ་ཕྱུང་ཆིག་འབུམ་སྙེར་གྱི་གོང་བུ་ནུས་ལྡན་ཞིག་ཏུ་གྱུར་པ་ན་དེ་དག་དོན་ལ་ཕྲ་ཕྱུང་མང་ལྡན་གྱི་སྐྱེ་ལྡན་ཁེར་རྐྱང་པ་ཞིག་ཏུ་གྱུར་ནས་སྐྱོགས་འབུ་ཞིག་གི་ངོ་བོར་ནགས་ཚལ་གྱི་མཐིལ་ཞལ་སྟེང་རྒྱུ་ལ། དེ་ནས་ད་དུང་ཟས་མ་རྙེད་ཚེ་ཆེས་ངོ་མཚར་བའི་ཚུལ་གྱིས་སོ་སོར་རྣམ་དབྱེ་ཚོད་པའི་འགོ་རྩོམ་པ་སྟེ། ཕྲ་ཕྱུང་གི་རིགས་གསར་པ་འགྲུབ་པར་བྱེད་དོ་(དཔེ་རིས། ༡༠)། །སྐབས་དེར་སྐྱོགས་འབུ་དེས་རང་གི་རྒྱུ་བ་བཅད་ནས་ལུས་འཁུམ་པར་འགྱུར་ལ། རིམ་གྱིས་དེའི་ཕྲ་ཕྱུང་རྣམས་སོ་སོར་རྣམ་པར་ཕྱེད་སྟེ་ལུས་ཀྱི་གཞི་མ་དང་། རྐྱོང་ལག་དང་། རྐྱོང་ལག་གི་རྩེ་མོ་དང་། སོན་རྡུང་གི་

form a base, a stalk and, at the top of the stalk, a bag of spores. The spores are very tough and can survive lack of resources and most other environmental challenges. Eventually the spores are released across a relatively wide area, and if one happens to land where food is available, it becomes a single-celled slime mold and the cycle continues. Otherwise the spore and its potential new organism remain shut down inside the spore until the environment improves.

Slime molds don't have brains, but they have taken a giant evolutionary step in that direction—evolving the capacity to have different cells do different organized activities within the same organism.


Figure 11: Jellyfish

Jellyfish (Figure 11) have taken the next evolutionary leap by evolving a group of differentiated cells devoted to one sense-and-response job—they have a very simple nervous system. For a jellyfish to swim, its skirt (the sheets of cells surrounding the tops of its tentacles) moves in a coordinated fashion over and over again. This movement, the only job of the jellyfish nervous system, is accomplished by a network of communicating nerve cells.

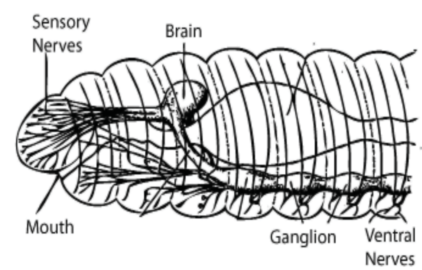


Figure 12: Earthworm nervous system.

The worm is the first organism in the evolutionary tree of life in which we see a centralized nervous system—differentiated cells within one system in an organism: a brain communicating with neurons spread throughout an organism (Figure 12). Worms have a tiny brain connected to neurons that run up and down the organism. This organization allows for more complicated behaviors.

Insect central nervous systems (Figure 13) demonstrate increased complexity of sense-and-response. They have connections called giant fibers which allow insects to respond very quickly to the environment; insects also have many (more than any other type of organism) and diverse types of sensory receptors located on their heads right near their brains, increasing the complexity and speed of response.

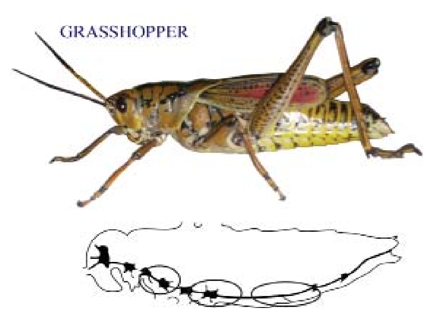


Figure 13: Grasshopper nervous system. Insect nervous sytems, like this one, contain large nerve fibers (circled) which allow them to respond very quickly to the environment.

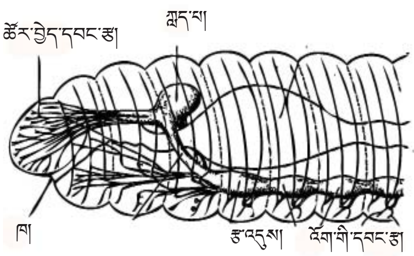
Insect brains are very small (see the grasshopper, Figure 13), of course, but do have discernible parts, suggesting evolution of more differentiation and refinement of structure, which, as we see in Life Sciences Primer I, correlates to more refinement of function. These parts indeed correspond to particular behavioral functions. For example, scientists are able to study individual neurons in one part of bee brains. They find that some of these neurons are involved only in vision, while others are involved in vision and smell. And, if you think about the complex social behaviors of insects like bees and ants—they build homes

རྒྱལ་པ་བཅས་སུ་ལེགས་པར་འབྱེ་བར་འགྱུར། ནོན་ཆུང་འདི་དག་ནི་ཧ་ཅང་དཀའ་ཐུབ་ཆེ་ཞིང་ཞག་ཕྲ་བའི་ཁོར་ཡུག་དང་། མཐུན་རྐྱེན་གྱིས་དབེན་པའི་གནས་སྐབས་དག་ལ་བསྲན་ཐུབ་པ་ཞིག་ཡིན་ལ། མཐར་ཕྱོགས་འཇོག་གི་རྒྱ་ཆེ་བའི་ས་གཞི་ཞིག་གི་ཁྲོན་དུ་ནོན་ཆུང་དེ་དག་འགྲིམ་པར་བྱེད། དེ་དག་ལས་གང་ཞིག་ཟས་ཡོད་པའི་ཕྱོགས་སུ་བབས་པ་དེ་ཉིད་སྐར་ཞིང་ཕྲ་ཕུང་རྒྱུང་ལྡན་གྱི་ཐུག་ཕུང་ཞིག་གི་ངོ་བོར་འགྱུར་བར་འགྱུར་ཏེ། དེ་ལྟར་དུ་སྟར་གྱི་འཁོར་ལོ་བསྐོར་རོ། །གལ་ཏེ་དེ་ལྟར་ལམ་ལྡོངས་མ་གྱུར་ཆེ་ཁོར་ཡུག་གི་གནས་སྟངས་བཟང་ཕྱོགས་སུ་མ་སོང་བར་ནོན་ཆུང་དང་། དེའི་སྐྱེ་ལྡན་གསར་སྐྱེད་ཀྱི་ནུས་པ་གཉིས་པོ་གནས་སྐབས་བག་ལ་ཞ་བའི་ཚུལ་དུ་ནོན་ཆུང་དེའི་ཁོག་ནང་དུ་ལུས་པར་འགྱུར་རོ།།


དཔེ་རིས། ༡༡ ཉ་ཕྱིག་ཕྱིག

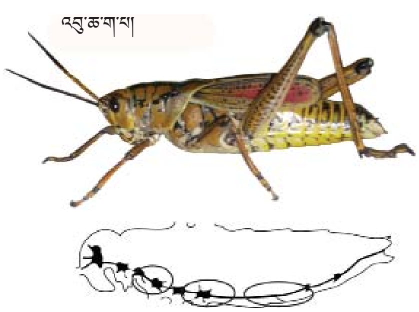
ཐུག་ཕུང་དེ་དག་ལ་གླད་པ་མེད་ནའང་། དེ་དག་གིས་གླད་པ་འགྲུབ་པའི་ཕྱོགས་སུ་འཕེལ་འགྱུར་གྱི་གོམ་སྟབས་ཆེན་པོ་ཞིག་སྤོས་ཡོད་པ་ནི། སྐྱེ་ལྡན་ཁེར་གཟུགས་གཅིག་གི་ལུས་ཕུང་ནང་ཕྲ་ཕུང་སོ་སོ་བས་ཚུལ་མཐུན་གྱི་ལས་དོན་ཐ་དད་པ་འགྲུབ་པའི་ནུས་པ་འཕེལ་འགྱུར་བྱུང་བ་དེ་རེད།

དེ་ལ་ཉ་ཕྱིག་ཕྱིག་(དཔེ་རིས། ༡༡)གིས་ནི་གོང་གི་ཐུག་ཕུང་ལ་ལྟོས་ཏེ་འཕེལ་འགྱུར་རང་བཞིན་གྱི་གོམ་སྟབས་སྔོན་མ་ཞིག་སྤོས་ཡོད་ལ། དེ་ནི་དེར་ཡུལ་གང་ཞིག་ཆེར་བ་དེར་ཡ་ལན་སྤྲོད་པའི་བྱེད་ལས་ཚན་པ་གཅིག་པུ་དེ་འགྲུབ་ནུས་པའི་བྱེད་ལས་ཐ་དད་ཅན་གྱི་ཕྲ་ཕུང་གི་ཚོགས་ཤིག་འཕེལ་འགྱུར་ཐེབས་ཡོད། འདིས་ཉ་དེར་ཆེས་སྣ་བསྡུས་ཀྱི་དབང་རྩ་མ་ལག་ཅིག་ཡོད་པར་བསྟན། ཉ་ཕྱིག་ཕྱིག་ཅིག་ཆུ་ནང་རྒྱལ་དགོས་ན་དེས་ཡང་ནས་བསྐྱར་དུ་སྟོམ་སྒྲིག་སྒོས་རང་གི་སྐད་གཡོག་(རང་གི་འཁྲིལ་ལག་དག་གི་མགོའི་མཐའ་འཁོར་དུ་འཁོད་པའི་ཕྲ་ཕུང་དུ་མ་ལས་གྲུབ་པའི་ལེབ་ཡུག་དག་)གཡོབ་དགོས་ལ། འགྱུལ་བསྐྱོད་ཀྱི་ལས་འདི་(ཉ་ཕྱིག་ཕྱིག་གི་དབང་རྩ་མ་ལག་གིས་འགྲུབ་པའི་ལས་གཅིག་པུ་དེ་ཡིན་)ཕན་ཚུན་གྲོས་མོལ་ལ་ཞུགས་པའི་དབང་རྩ་ཕྲ་ཕུང་གི་དྲ་ཚོགས་ཤིག་ལ་བརྟེན་ནས་འགྲུབ་ཐུབ་ཀྱི་ཡོད།



དཔེ་རིས། ༡༢ ས་འབུའི་དབང་རྩ་མ་ལག

དེ་ནས་ས་འབུ་ནི་འཕེལ་འགྱུར་གྱི་ཁྲིམ་རྒྱུད་སྟོང་པོའི་ཁྲོད་དུ་གཞུང་ཚིགས་རང་བཞིན་གྱི་དབང་རྩའི་མ་ལག་ཐོག་དང་པོར་རྟེན་སའི་སྐྱེ་ལྡན་ཐོག་མ་དེ་རེད། དེ་ནི་སྐྱེ་ལྡན་ཞིག་གི་ལུས་ཕུང་ནང་མ་ལག་གཅིག་གི་ནང་ཚུན་དུ་སོ་སོར་ལས་བགོས་ཐེབས་པའི་ཕྲ་ཕུང་གི་རིགས་ཡོད་པ་སྟེ། སྐྱེ་ལྡན་དེའི་ལུས་ཕུང་ཡོངས་ལ་ཁྱབ་པའི་དབང་རྩ་ཕྲ་གཟུགས་དག་དང་མཉམ་དུ་བརྡ་འཕྲིན་གཏོང་ལེན་བྱེད་པའི་གླད་པ་ཞིག་ཡོད་པ་ལ་ཟེར་(དཔེ་རིས། ༡༢)། ས་འབུ་རྣམས་ལ་རང་གི་ལུས་ཀྱི་སྟོད་སྨད་ལ་འགྲམས་པའི་དབང་རྩ་ཕྲ་གཟུགས་རྣམས་དང་སྦྲེལ་བའི་གླད་པ་ཕྲ་མོ་ཞིག་ཡོད་ལ། བཀོད་སྒྲིག་གི་རྣམ་པ་འདིས་ཅུང་རྟོག་འཛིང་ཆེ་བའི་གཤིས་སྤྱོད་ཀྱི་རིགས་སྐྱེད་པར་བྱེད།



དཔེ་རིས། ༡༣ འབུ་ཚ་ག་པའི་དབང་རྩ་མ་ལག དཔེ་རིས་འདིར་གསལ་བ་བཞིན་འབུ་སྲིན་གྱི་དབང་རྩ་མ་ལག་ཁྲོན་དུ་རྟེན་པའི་དབང་རྩའི་ཐག་རན་སྟོམ་པོ་དེ་དག་གིས་མགྱོགས་མྱུར་སྒྲོས་ཁོར་ཡུག་ལ་ཡ་ལན་སྤྲོད་པར་རམ་འདེགས་བྱེད།

འབུ་སྲིན་གྱི་དབང་རྩ་ལྟེ་བའི་མ་ལག་(དཔེ་རིས། ༡༣)གིས་ཅུང་རྟོག་འཛིང་ཆེ་བའི་ཚོར་སྣང་དང་ཡ་ལན་གྱི་བྱ་བ་སྒྲུབ་ནུས་ཤིང་། དེ་དག་ལ་ཐག་རན་སྟོམ་པོར་འབོད་པའི་མཐུད་མའི་རིགས་ཤིག་ཡོད་པ་དེ་དག་གིས་མགྱོགས་མྱུར་སྒྲོས་ཁོར་ཡུག་ལ་ཡ་ལན་སྤྲོད་པར་རམ་འདེགས་བྱེད། འབུ་སྲིན་དག་ལ་རང་གི་གླད་པའི་ཉེ་འགྲམ་གྱི་མགོ་བོ་དག་ཏུ་གྲངས་མང་ལ་(སྐྱེ་ལྡན་གྱི་རིགས་གཞན་ཅི་འདྲ་ཞིག་ལ་ལྟོས་ཀྱང་མང་བ་ཡོད་)རིགས་མི་གཅིག་པའི་ཚོར་སྣོང་སྣེ་ལེན་པ་ཡོད་པ་དེས་ཡ་ལན་བྱེད་རིམ་གྱི་རྟོག་འཛིང་རང་བཞིན་དང་མྱུར་ཚད་གཉིས་ཀ་མཐོར་འདེགས་བྱེད་པ་རེད།

འབུ་སྲིན་གྱི་གླད་པ་ཧ་ཅང་ཆུང་ཆུང་ཡིན་ནའང་། (དཔེ་རིས། ༡༣ ལ་ལྟོས།) དེར་རྣམ་དབྱེ་སོ་སོར་ཕྱེར་ཡོད་པའི་ཆ་ཤས་དུ་མ་ཡོད་ལ། ཆེ་སྲོག་ཆན་རིག་གི་སྟོན་འགྲོའི་སློབ་དེབ་དང་པོའི་ནང་གསལ་བ་བཞིན། འདིས་རྣམ་པ་འབུར་དོད་དང་འཐུས་སྐོ་ཇེ་ཚང་གི་ལུས་ཀྱི་བཀོད་པ་འཕེལ་འགྱུར་སོང་བ་དང་དུས་མཚུངས་སུ་དེ་དག་དང་འབྲེལ་བའི་ལུས་ཀྱི་བྱེད་ལས་རྣམས་ཀྱང་ཇེ་དག་ཏུ་འགྱུར་བ་འགྲེལ་མཚོན་བྱེད་དེ། ཆ་ཤས་འདི་དག་ཅི་ནས་ཀྱང་གཤིས་སྤྱོད་ཀྱི་བྱེད་ལས་ངེས་བཟུང་དག་དང་འབྲེལ་བ་གྲུབ་ངེས་ཡིན་པའི་ཕྱིར། དེ་ཡང་དཔེར་མཚོན་ན། བྱུང་བའི་གླད་པའི་ཆ་ཤས་ཤིག་ཏུ་འཁོད་པའི་དབང་རྩ་ཕྲ་གཟུགས་ཁེར་རྐྱང་དག་ལ་ཚན་རིག་པ་རྣམས་ཀྱིས་བརྟག་དཔྱད་དབྱེ་ཞིབ་བྱེད་ཐུབ་ཅིང་། དེ་ལྟར་བྱེད་པའི་ཆེ་ཁོང་ཚོས་དབང་རྩ་ཕྲ་གཟུགས་རེ་ཟུང་མཐོང་ཚོར་ཁོ་ན་དང་འབྲེལ་བ་དང་། ཡང་གཞན་དག་རེ་ཟུང་མཐོང་ཚོར་དང་སྣོམ་ཚོར་གཉིས་ག་དང་འབྲེལ་ཚུལ་རྙེད་ཡོད། གལ་ཏེ་ཁྱོད་ཀྱིས་བུང་བ་དང་གྲོག་མ་ལྟ་བུའི་འབུ་སྲིན་དག་གི་རྟོག་འཛིང་རང་བཞིན་གྱི་ཚོགས་སྤྱོད་གོམས་གཤིས་ཏེ། མཉམ་རུབ་ཀྱིས་ཚང་བཟོ་བ་དང་། ལས་དོན་བྱེ་བྲག་པར་ཞུགས་པ་དང་། ཕན

together, take on specific tasks, signal each other about sex and about location of food—you realize insects do pretty well with their little brains!

The major defining characteristic of vertebrates, our next stop as we climb the tree of life, is the presence of a backbone. This backbone protects the spinal cord, which is a large bundle of neuronal projections that connects to the brain and carries information to and from the rest of the body. Vertebrate brains are again larger and more complex, growing from the end of the spinal cord and still including three parts, the hindbrain, midbrain, and forebrain, but also a fourth part called a cerebellum. The brain and spinal cord together are known, as we noted, as the **central nervous system** or CNS. In mammals like us (Figure 14), brains have evolved two complex parts that are especially large in humans: the cerebellum and the cortex. We will discuss these and other parts of the human brain in more detail below.

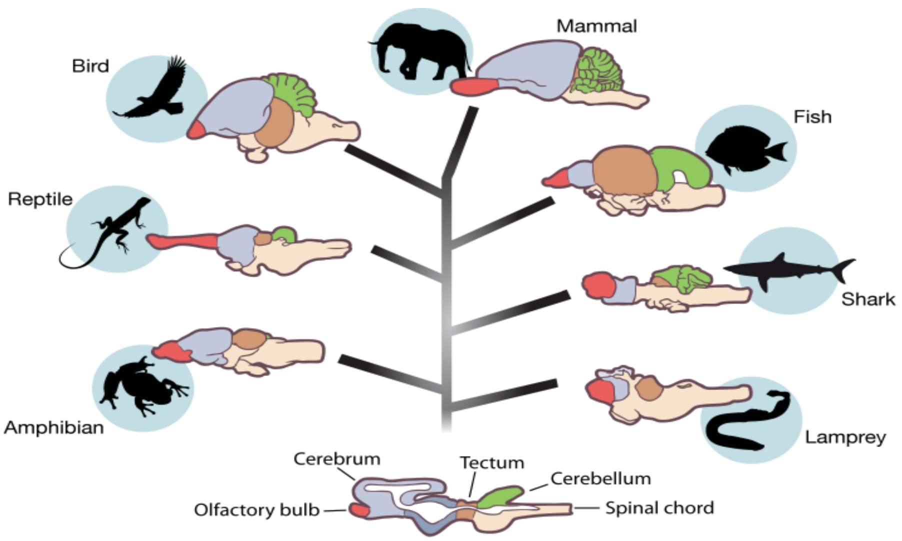


Figure 14: Relative brain sizes, complexities, and structures of brains across the animal kingdom.

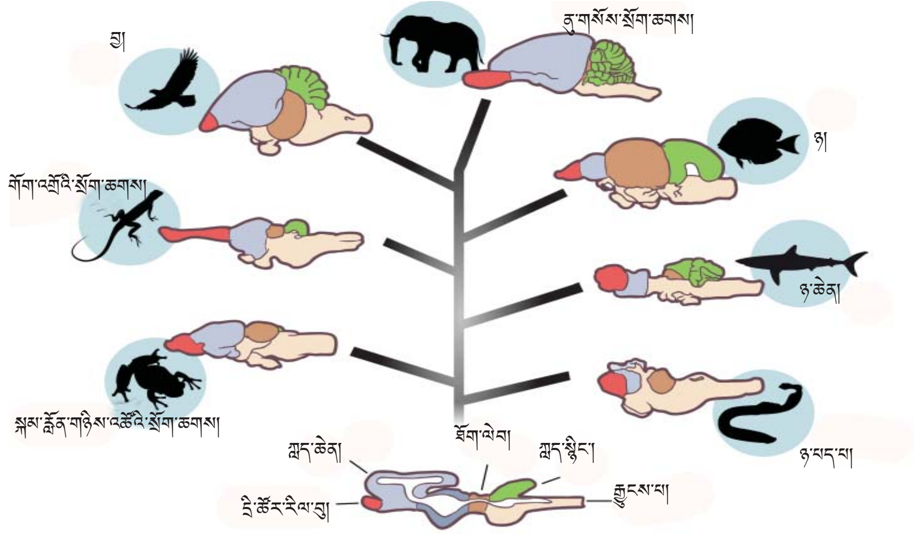
If you think about the quick climb we just took on the tree of life—from slime molds to humans—we can see some driving principles of nervous system evolution: (1) the number, diversity, and size of the systems increase; (2) these systems move from dispersed network systems like that of the jellyfish to the more centralized 'headquarters' of the brain; (3) most of the important sensing machinery evolved to be together in one place, the head of the organism, presumably to allow for more efficient coordination; (4) each additional level of the system that evolved has not only refined and enriched the system's ability, but also has 'taken control' over the whole system (for example, the mammalian cortex is where much of the capacity for language and consciousness are located); (5) plasticity, the ability of nervous systems to learn and adapt, also increases across evolutionary time.

NEUROPLASTICITY:

The ability of the brain and nervous system in all species to change structurally and functionally as a result of input from the environment.

ཚུན་འདོད་སྤྱོད་ཀྱི་སྐོར་དང་ཟས་ཡོད་སའི་ཕྱོགས་ཀྱི་སྐོར་བརྡ་ལན་སྤྲོད་རེས་བྱེད་པ་ལྟ་བུ་ལ་སེམས་པའི་ཚེ། འབྲུ་སྲིན་དེ་དག་རང་རང་གི་ཀླད་པ་ཆུང་ཆུང་དེ་དག་བརྒྱུད་ནས་ལས་དོན་ལེགས་པོ་སྒྲུབ་ཀྱིན་པར་ཁྱོད་ལ་ངེས་ཤེས་སྐྱེ་ངེས་རེད།

(ཚེ་སྲོག་གི་སྟོང་པོར་འཛེག་བཞིན་དུ་ང་ཚོ་འཁྱེར་སའི་ས་ཚིགས་རྗེས་མ་སྟེ་)སྒལ་རུས་ཅན་གྱི་སྲོག་ཆགས་རྣམས་གཞན་ལས་རྣམ་པར་འབྱེད་བྱེད་ཀྱི་ཁྱད་རྟགས་གཙོ་བོ་དེ་ནི་དེ་དག་ལ་སྒལ་རུས་ཡོད་པ་དེ་རེད། སྒལ་རུས་འདིས་རྒྱུངས་པ་སྲུང་སྐྱོབ་བྱེད་ལ། རྒྱུངས་པ་ནི་དབང་རྩའི་ནང་གཟུགས་དུ་མ་འདུས་པའི་ཕུང་པོ་ཆེན་པོ་ཞིག་ཡིན་ཞིང་། དེ་ཉིད་ཀླད་པ་དང་སྦྲེལ་ནས་ཡོད་པ་དང་། དེས་ཀླད་པ་དང་ལུས་ཀྱི་ཆ་ཤས་ལྷག་མ་དག་གི་དབར་ཆ་འཕྲིན་སྐྱེལ་འདྲེན་བྱེད་པ་རེད། སྒལ་རུས་ཅན་གྱི་སྲོག་ཆགས་ལ་ཡོད་པའི་ཀླད་པ་ནི་སྔར་བས་བོངས་ཚད་ཆེ་ལ་རྟོག་འཛིན་ཆེ་བ་ཡོད་དེ། དེ་ཉིད་རྒྱུངས་པའི་རྫོགས་མཚམས་ནས་སྐྱེ་འཚར་བྱེད་ཅིང་། དེར་རྒྱབ་ཀླད། བར་ཀླད། མདུན་ཀླད་དེ་ཆ་ཤས་དེ་གསུམ་འདུས་པར་མ་ཟད། ཀླད་སྣིང་དུ་འབོད་པའི་ཆ་ཤས་བཞི་པ་ཞིག་ཀྱང་འདུས་ཡོད་པ་རེད། ཀླད་པ་དང་རྒྱུངས་པ་གཉིས་གཅིག་ཏུ་བསྡོམས་པ་དེར་དབང་རྩ་ལྟེ་བའི་མ་ལག་གམ་བསྡུས་མིང་དུ་སི་ཨེན་ཨེསི་ཟེར་བ་རེད། མིའི་འགྲོ་བ་ཟེ་བའི་ནུ་གསོས་སེམས་ཅན་(དཔེ་རིས། ༡༩)རྣམས་ཀྱི་ཀླད་པར་རྟོག་འཛིན་ཅན་གྱི་ཆ་ཤས་གཉིས་འཕེལ་འགྱུར་བྱུང་ཡོད། དེ་དག་ནི་ཀླད་སྣིང་དང་ཀླད་ཤུན་བཅས་རེད། མིའི་འགྲོ་བར་ཆ་ཤས་འདི་རྣམས་དམིགས་བཀར་གྱིས་བོངས་ཚད་ཆེ་བ་ཡོད་ལ། གཞམ་དུ་ང་ཚོས་མིའི་ཀླད་པའི་ཆ་ཤས་འདི་དག་དང་གཞན་ཡང་ཆ་ཤས་གཞན་གྱི་སྐོར་ཞིབ་ཚགས་སུ་གྲོས་བསྡུར་བྱ་རྒྱུ་ཡིན།



དཔེ་རིས། ༡༩ སྲོག་ཆགས་གླིང་གི་ཁྲོན་དུ་མཐོང་དུ་ཡོད་པའི་ཀླད་པའི་ལྟོས་འཛོག་གི་བོངས་ཚད་དང་། རྟོག་འཛིན་རྣམ་པ་དང་། བཀོད་དབྱིབས་བཅས།

གོང་དུ་ང་ཚོས་ཚེ་སྲོག་སྡོང་པོའི་རྒྱུད་དུ་(སྨུག་ཕུང་ཞིག་ནས་མིའི་འགྲོ་བའི་བར་)གྱེན་འཛེག་སྐྱུར་པོ་ཞིག་བྱས་པ་དེར་གལ་སྲིད་ཁྱོད་ཀྱིས་བསམ་གཞིག་ཅིག་བྱས་ཚེ། དབང་རྩ་མ་ལག་གི་འཕེལ་འགྱུར་བསྐྱལ་བར་འགག་ཡོད་པའི་གནས་ལུགས་འགའ་ཞིག་ཁྱེད་ཀྱིས་མཐོང་ཐུབ། དེ་དག་ནི། ༡༽ མ་ལག་དེ་དག་གི་འཁོར་གྲངས། རྣམ་གྲངས། རྒྱ་ཁྱོན་བཅས་ལ་རིམ་བཞིན་འཕེལ་རྒྱས་བྱུང་བ། ༢༽ ཇི་ལྟར་ཉ་ཕིག་ཕིག་ལ་མཐོང་བ་བཞིན་མ་ལག་འདི་དག་ཐོག་མར་ཁ་ཐོར་རང་བཞིན་གྱི་ཕན་ཚུན་སྦྲེལ་བའི་རྣམ་པ་ཞིག་ནས་མཐར་རིམ་གྱིས་གཞུང་ཚིགས་རང་བཞིན་གྱི་ཀླད་པའི་"སྙིང་གཞིས" "རྣམ་པའི་ཕྱོགས་སུ་རིམ་གྱིས་ཇེ་ཟུམ་དུ་ཕྱིན་ཡོད་པ། ༣༽ ཚོར་སྣོང་གི་འཕྲུལ་འཁོར་འགངས་ཆེན་ཕལ་མོ་ཆེ་སྐྱེ་ལྡན་སྲོག་ཆགས་དེའི་མགོ་བོ་ལྟ་བུས་ཁུལ་གཅིག་རང་དུ་འཕེལ་འགྱུར་བྱུང་བ་སྟེ། དེ་ནི་ཕལ་ཆེར་ཡན་ལག་ཕན་ཚུན་དབར་འབྲེལ་མཐུད་ཇེ་བཟང་དུ་བསྐྱལ་བའི་ཆེད་ཡིན་སྲིད། ༤༽ མ་ལག་དེར་བང་རིམ་གསར་པ་རེ་འཕེལ་རྒྱས་བྱུང་རིམ་བཞིན་དེས་མ་ལག་དེའི་ལས་ནུས་ཇེ་ཟབ་དང་ཇེ་དག་ཏུ་བཏང་ཡོད་པར་མ་ཟད། དེས་མ་ལག་ཡོངས་རྫོགས་ཀྱི་སྟངས་འཛིན་གྱི་བྱེད་པ་ཡང་མཐོར་འདེགས་བཏང་བ། (དེ་ནི་དཔེར་ན། ནུ་གསོས་སེམས་ཅན་གྱི་ཀླད་ཤུན་དེ་ངག་དང་རྣམ་ཤེས་ཀྱི་བྱེད་ནུས་ཕལ་མོ་ཆེའི་བསྡི་གནས་སུ་གྱུར་པ་ལྟ་བུ་ཡིན།) ༥༽ འགྱུར་གཤིས་ཏེ་དབང་རྩ་མ་ལག་དག་གི་ཤེས་སྦྱོང་དང་བསྟུན་འགྱུར་བྱེད་པའི་ནུས་པ་དེའང་འཕེལ་འགྱུར་བྱེད་རིམ་གྱི་དུས་ཀྱི་རྒྱུན་ཐག་ཁྲོད་འཕེལ་རྒྱས་འགྲོ་བཞིན་པ་བཅས་ཡིན།

དབང་རྩའི་འགྱུར་གཤིས།

སྲོག་ཆགས་ནི་རིགས་ཀུན་གྱི་ཀླད་པ་དང་དབང་རྩ་མ་ལག་གི་བྱེད་ལས་དང་ཆགས་དབྱིབས་བཅས་ལ་ཁོར་ཡུག་ནས་ཚུར་སོག་པའི་ཤུགས་རྐྱེན་གྱི་དབང་གིས་དེ་དག་ལ་འགྱུར་བ་ཐེབས་སུ་ཡོད་པའི་རང་གཤིས་དེར་ཟེར།

BACK TO THE IMAGES: DON'T FORGET THE EYES

If your brain remembers, we started this conversation about brains by thinking about what and how you experience looking at particular images. So far in our discussion of evolution, we've only discussed evolution of brains and the central nervous system. But we haven't yet explored the first step in our list of sense-and-response steps: sensing the images; nor have we discussed the eyes and the other parts of the visual system that allow us to see and respond to what we see. Shouldn't we consider their evolution also?

The truth is we should consider the evolution of the visual system as a whole. In Life Sciences Primer I, we discuss how it is the phenotype—the organism's characteristics, abilities, etc.—that interacts with the environment, and thus it is the phenotype on which nature places its selective pressure. In this case, then, our phenotype is the ability to see well and with accuracy. So, it's really the whole visual system (the eye, the brain, the nerves connecting the two) that evolves together as a suite of interconnected structures and functions.

Thus, as the brain has evolved, so too has the eye and the other components of the visual system we'll discuss in a moment. In Life Sciences Primer I we consider the eye and how it might have evolved over the millennia starting from a few light-sensitive cells. To briefly review that discussion (Figure 15A), recall Darwin's basic tenet, in which traits are selected that give organisms survival advantage. If an organism evolved just a patch of cells that were somewhat light-sensitive, it could detect the shadows of an approaching predator, increasing its chances for escape, and thus would be adaptive by increasing the likelihood it will survive. The evolutionary modeler Erik Nilsson shows that if such light-sensitive cells happened to form any kind of depression, by definition the cells across this depression would have differing exposure to light, and so each cell would detect or measure light from different orientation.

Thus, this patch of depressed cells reflected on a backdrop of other cells (a primitive version of which eventually evolved into a retina) carries information that is fuzzy (for example, it cannot detect movement), but is, nevertheless, valuable. Indeed, flatworms that live today (Figure 15B) have just such a basic version of an eye. As in Nilsson's computer model, if the center of the depressed cell patch is constricted, light becomes more focused on the cell backdrop, and light detection improves. This is what occurs in the modern sea-snail, the chambered nautilus (Figure 15C). But, 'eyes' like these in the cham-

HUMANS & PRIMATES

Humans belong to a small group of mammals called primates (see Life Sciences Primer I), who share a distinctive set of features related to the evolution of our nervous system. The distinguishing characteristics of primates and their neurological implications include:

1. forward-facing eyes with overlapping fields of vision, permitting stereoscopic, or three-dimensional sight with depth perception;

2. color vision, which allows for refined interpretation of the environment and of potential mates and prey;

3. increased reliance on vision and reduced use of smell;

4. opposable thumbs (thumbs that move freely from the other fingers), grasping fingers, and sensitive tactile pads on finger tips, allowing for a powerful grip, precision manipulation, and fine touch;

5. increased facial mobility and vocal repertoire, with progressive facial hairlessness;

6. complex social lives; and

7. progressive expansion and elaboration of the brain, especially of the cerebral cortex.

སྤར་གྱི་བརྙན་པར་དག་ལ་ཕྱིར་ལོག་བྱེད་པ། འདིར་ཁྱེད་ཀྱིས་མིག་གི་གནས་དོན་དེ་བརྗེད་མི་རུང་།

ང་ཚོས་ད་བར་བསྒྲུབས་པའི་ཀླད་པའི་སྐོར་གྱི་གླེང་མོལ་དེ་ནི་སྐྱེ་བོ་ཞིག་གིས་བརྙན་རིས་བྱེ་བྲག་པ་ཞིག་ལ་བལྟས་པའི་ཚེ་སྐྱེ་བོ་དེས་གང་ཞིག་མྱོང་བ་དང་ཇི་ལྟར་མྱོང་བའི་ཚུལ་ལ་བསམ་གཞིག་བྱེད་པ་ལས་འགོ་བཙུགས་ལ། དེ་ཉིད་ཁྱེད་ཀྱི་ཀླད་པས་ད་དུང་མ་བརྗེད་པར་བཟུང་ཡོད་ཤས་ཆེ། འཕེལ་འགྱུར་སྐོར་གྱི་བགྲོ་གླེང་འདིར་ང་ཚོས་ད་བར་ཀླད་པ་དང་དབང་རྩ་ལྟེ་བའི་མ་ལག་གི་འཕེལ་འགྱུར་ཙམ་གླེང་པ་ལས། སྤར་གྱི་ཚོར་སྣོང་དང་དེར་ཡ་ལན་སྤྲོད་པའི་བྱེད་རིམ་མཚོན་པའི་ཐོ་གཞུང་དེར་གསལ་བའི་གོམ་སྟབས་དང་པོ་སྟེ། བརྙན་རིས་དེ་ཉིད་ཚོར་ཚུལ་སྐོར་ད་ལྟ་ཞིབ་རྩད་བྱས་མེད་ལ། དེར་མ་ཟད། སྐྱེ་བོས་གང་ཞིག་མཐོང་བ་དེར་མཐོང་དུ་འཇུག་ཅིང་ཡ་ལན་སྤྲོད་དུ་འཇུག་པའི་མིག་དང་མཐོང་ཚོར་མ་ལག་གི་ཡན་ལག་གཞན་དག་སྐོར་ཡང་ང་ཚོས་ད་བར་གླེང་མེད། དེས་ན་ང་ཚོས་དེ་དག་གི་འཕེལ་འགྱུར་སྐོར་བསམ་གཞིག་བྱེད་མི་དགོས་སམ་ཞེ་ན།

དངོས་དོན་ནི་འདི་ཡིན་ཏེ། ང་ཚོས་མཐོང་ཚོར་མ་ལག་ཧྲིལ་པོའི་འཕེལ་འགྱུར་ལ་བསམ་གཞིག་ངེས་པར་བྱེད་དགོས། དེ་ཡང་ཆེ་སྲོག་ཆགས་རིགས་ཀྱི་སྔོན་འགྲོའི་སློབ་དེབ་དང་པོའི་ནང་། སྐྱེ་ལྡན་ཞིག་གིས་ཁོར་ཡུག་དང་ཕན་ཚུན་འབྲེལ་སྦྱོར་བྱེད་མཁན་ནི་སྐྱེ་ལྡན་དེའི་ཁྱད་རྟགས་དང་ནུས་རྩལ་སོགས་ཀྱིས་གྲུབ་པའི་དེའི་རིགས་རྫས་མངོན་རྣམ་དེ་ཡིན་པར་ང་ཚོས་གྲོས་སྡུར་བྱས་ཡོད། དེར་བརྟེན་རང་བྱུང་ཁམས་ཀྱིས་འདེམས་སྒྲུག་གི་གནོན་ཤུགས་སྦྱོད་ས་དེ་ཡང་སྐྱེ་ལྡན་དེའི་རིགས་རྫས་མངོན་རྣམ་དེ་ཡིན་པར་བསྟན་པ་རེད། དེ་ལྟར་ན། སྐབས་འདིའི་འབྲེལ་དང་སྦྱར་ན། ཡུལ་གང་ཞིག་ལེགས་པར་མཐོང་བ་དང་མ་འཁྲུལ་བར་མཐོང་བའི་ནུས་རྩལ་དེ་ཉིད་དེ་ལྟའི་རིགས་རྫས་མངོན་རྣམ་གྱི་ངོ་བོར་གྲུབ་ཡོད། དེས་ན་དོན་ངོ་མར་ནི་(མིག་དང་ཀླད་པ། དེ་གཉིས་ཕན་ཚུན་སྦྲེལ་བྱེད་ཀྱི་དབང་རྩ་བཅས་ལས་གྲུབ་པའི་)མཐོང་ཚོར་མ་ལག་གང་པོ་དེ་ཉིད་ཕན་ཚུན་སྦྲེལ་ནས་ཡོད་པའི་བཀོད་པ་དང་བྱེད་ལས་ཀྱི་ཉེར་ཆས་ཆ་འགྲིག་ཅིག་གི་ཚུལ་དུ་ འཕེལ་འགྱུར་ལྷན་དུ་བྱུང་བ་ཞིག་ཡིན།

དེས་ན། ཀླད་པ་འཕེལ་འགྱུར་བྱུང་བ་དང་དུས་མཚུངས་སུ་ང་ཚོས་མི་རིང་བར་གཤམ་ནས་གླིང་རྒྱུའི་མིག་དང་མཐོང་ཚོར་མ་ལག་གི་ཡན་ལག་གཞན་རྣམས་ཀྱང་འཕེལ་འགྱུར་བྱུང་ཡོད། ཆེ་སྲོག་ཆགས་རིགས་ཀྱི་སྔོན་འགྲོའི་སློབ་དེབ་དང་པོའི་ནང་ང་ཚོས་མིག་གི་སྐོར་དང་། མིག་དེ་ཉིད་ཐོག་མར་འོད་ཚོར་སྐྱེན་པའི་ཕྲ་ཕུང་རེ་ཟུང་ཞིག་ནས་འགོ་བཙུགས་ཏེ་ལོ་ངོ་སྟོང་ཕྲག་རིང་རིམ་གྱིས་འཕེལ་འགྱུར་བྱུས་ཚོག་པའི་སྐོར་ཡང་བསམ་གཞིག་བྱས་ཡོད། གྲོས་སྡུར་དེར་བསྐྱར་ཞིབ་བྱེད་པར་(དཔེ་རིས། ༡༥ ཀ)སྤར་ཊར་ཕེན་གྱིས་སྐྱེ་ལྡན་ཞིག་ལ་ཚང་བའི་ཁྱད་གཤིས་གང་གིས་སྐྱེ་ལྡན་དེར་འཚོ་སྡོད་ཀྱི་ཁེ་ཕན་སྦྱིན་པ་དེ་དག་ལ་རང་བྱུང་འདེམས་སྒྲུག་ཐེབས་པར་བཤད་པའི་གཞི་རྩའི་ལྟ་གྲུབ་དེ་ཁྱེད་ཀྱིས་འདིར་ཕྱིར་དྲན་བྱེད་དགོས། གལ་ཏེ་སྐྱེ་ལྡན་ཞིག་ལ་གང་ཙམ་གིས་འོད་ཚོར་སྐྱེན་པའི་ཕྲ་ཕུང་གི་ཚོགས་ཤིག་སྐྱེ་འཕེལ་བྱུང་ཡོད་ཚེ། དེས་རང་གི་ཉེ་འགྲམ་དུ་སྡུལ་བཞིན་པའི་གཤེད་མའི་གྲིབ་མ་ངོས་ཟིན་ཐུབ་པས། དེ་ལ་བརྟེན་ནས་སྲོག་ཕར་ཀྱི་གོ་སྐབས་སྤེལ་སྲིད་ལ། དེས་གསོན་པོར་འཚོས་པའི་གོ་སྐབས་མཐོར་འདེགས་གཏོང་སྲིད་པས། རང་བཞིན་གྱིས་འཕྲོད་འདེམས་བདེ་བར་འགྱུར་ངེས་རེད། འཕེལ་འགྱུར་གྱི་དཔེ་སྟོན་འདོན་པ་པོ་ཨེ་རིཀ་ཞི་ལ་སོན་གྱིས་བསྟན་པ་ནི། གལ་ཏེ་དེ་ལྟའི་འོད་ཚོར་སྐྱེན་པའི་ཕྲ་ཕུང་གི་ངོས་སུ་རྗེབ་གོང་གི་རྣམ་པ་དེ་འདྲ་ཡོད་ཚེ་རྗེབ་གོང་གི་ཁྲོན་ལ་འགྲམས་པའི་ཕྲ་ཕུང་དེ་དག་འོད་ལ་ཁ་ཕྱོགས་གཏོད་ཚུལ་སྟར་ལས་མི་འདྲ་བར་འགྱུར་བ་ནི་ཆོས་ཉིད་ཡིན་ལ། དེའི་དབང་ལས་ཕྲ་ཕུང་དེ་དག་གིས་འོད་ཀྱི་ཐོག་ཕྱོགས་མི་གཅིག་པ་དེ་འདྲ་ཚོར་ཞིང་འཛལ་ཐུབ་པར་འདོད།

དེས་ན། ཕྲ་ཕུང་གཞན་མང་པོའི་རྒྱབ་ལྗོངས་ཀྱི་ཁྲོད་དུ་འཁོད་པའི་རྗེབ་གོང་ཅན་གྱི་ལྗོག་འཕྲོའི་ཕྲ་ཕུང་ཚོགས་(གང་ཞིག་གི་གནའ་བོའི་རྣམ་པ་དེ་ཉིད་ད་གཟོད་མིག་གི་དྲ་སྐྱིའི་ངོ་བོར་འཕེལ་འགྱུར་སོང་བ་)འདིས་བརྙན་འཕྲིན་རབ་རིབ་ཙམ་ཞིག་ལས་(དཔེར་ན་དེས་འགྲུལ་བསྐྱོད་ཚོར་མི་ཐུབ་)མི་གཟུང་རུང་། བརྙན་འཕྲིན་དེ་ཉིད་ད་དུང་ཡང་སྲོད་སྔོ་འཕེར་བ་ཞིག་ཡིན། དེང་སང་འཚོ་སྡོད་བྱེད་བཞིན་པའི་འབུ་ལེབ་(དཔེ་རིས། ༡༥ ཁ)དག་ལ་འདང་མིག་གི་གཞི་རིམ་གྱི་རྣམ་པ་དེ་ག་རང་ཉིད་དུ་ཡོད། ཞི་ལ་སོན་གྱིས་གློག་ཀླད་འཕྲུལ་འཁོར་བརྒྱུད་བསྐྲུན་པའི་དཔེ་སྟོན་དེར་མཚོན་པ་བཞིན། གལ་ཏེ་རྗེབ་གོང་ཅན་གྱི་ཕྲ་ཕུང་གི་ལེབ་ཡུག་དེའི་ལྟེ་དཀྱིལ་བཙིར་ན་ཕྲ་ཕུང་གི་རྒྱབ་ལྗོངས་དེར་འོད་ཀྱི་འདུ་སྟོབས་ཆེ་བར་འགྱུར་ལ། དེས་འོད་ཀྱི་ཚོར་དང་གོང་མཐོར་གཏོང་བ་རེད། དེ་ནི་ཚང་ལྡན་འགྲོན་བུ་(དཔེ་རིས། ༡༥ ག)སྟེ། དེང་རབས་ཀྱི་མཚོའི་སྨུག་འབུ་དག་ལ་འབྱུང་ཚུལ་ཇི་ལྟ་བ་བཞིན་མཐུན་གྱི་ཡོད། དེ་ལྟར་ནའང་ཚང་ལྡན་འགྲོན་བུ་དག་ལ་ཡོད་པ་དང་འདྲ

མིའི་འགྲོ་བ་དང་ནོར་ལྡན་སྡེའི་སེམས་ཅན།

མིའི་འགྲོ་བ་རྣམས་ནོར་ལྡན་སེམས་ཅན་དུ་འབོད་པའི་ཉུ་གསོས་སེམས་ཅན་གྱི་སྡེ་ཚན་ཆུང་དུ་དེར་(ཆེ་སྲོག་ཆགས་རིགས་ཀྱི་སྔོན་འགྲོའི་སློབ་དེབ་དང་པོར་ལྟོས་)གཏོགས་ལ། སྡེ་ཚན་དེར་གཏོགས་པ་དག་ལ་དབང་རྩ་མ་ལག་གི་འཕེལ་འགྱུར་དང་འབྲེལ་བའི་འབྱུར་ནོན་གྱི་ཁྱད་རྣམ་དེ་འདྲ་ཐུན་མོང་དུ་ཚང་ཡོད། དེ་ལྟའི་འབྱུར་ནོན་གྱི་ཁྱད་རྣམ་དང་། ཁྱད་རྣམ་དེ་དག་གིས་བཟོས་པའི་དབང་རྩ་དང་འབྲེལ་བའི་ཤུགས་རྐྱེན་གྱི་རྣམ་གྲངས་ཁྲོད་དུ་གཤམ་གསལ་རྣམས་འདུས་ཡོད་དེ།

༡༽ མིག་འབྲས་རྣམས་མདུན་ངོས་སུ་ཕྱོགས་ཤིང་། མཐོང་ཚོར་རྒྱ་ཁྱོན་ཕན་ཚུན་སྣོལ་ནས་ཡོད་ལ། འདིས་ཇེམས་ཚད་ཟེ་བའི་ཕྱོགས་ཚ་གསུམ་ཅན་(ཕྱོགས་ངོས་གསུམ་ཅན་)གྱི་ཡུལ་སྣང་སྐྱེད་པར་བྱེད།

༢༽ ཁོར་ཡུག་དང་། དཀར་སྔོན་རང་གི་ཟླ་གྲོགས་སམ། ཡང་ན་གཉེན་མར་འགྱུར་རུང་བའི་སྲོག་ཆགས་ལྟ་བུ་རང་གི་ཡུལ་གྱི་དངོས་པོ་རྣམས་ཞིབ་ཚགས་དང་མཐོང་འགྲེལ་བྱེད་པར་རམ་འདེགས་བྱེད་པའི་ཚོན་མདངས་མཐོང་ཚོར་ལྡན་ཡོད།

༣༽ མཐོང་ཚོར་ལ་ཆེར་བརྟེན་ཞིང་དྲི་ཚོར་ལ་དེ་ཙམ་མི་སྤྱོད།

༤༽ འཚིར་སྒྲུད་མཐེ་བོང་(མཛུབ་མོ་གཞན་དག་དང་མ་སྦྲེལ་ཞིང་རང་དབང་དུ་འགུལ་ནུས་པའི་ཐེ་བོང་)དང་། སྦྱར་འཛུ་བྱེད་ཐུབ་པའི་མཛུབ་མོ་དང་། མཛུབ་མོའི་རྩེ་མོ་དག་ཏུ་རེག་ཚོར་སྐྱེན་པའི་ཤ་གདན་བཅས་ཡོད་ཅིང་། འདི་དག་གིས་འཛུ་གཟུང་བྱ་བ་དྲག་ཅིང་བརྟན་པ་དང་། ལས་རྫུས་གནད་ལ་འཁེལ་བ་དང་། རེག་ཚོར་སྐྱེན་ལ་ཞིབ་ཚགས་པ་བཅས་སྐྱེད་པར་རམ་འདེགས་བྱེད།

༥༽ ངོ་གདོང་སྟེང་འགྱུལ་སྐྱོད་ཀྱི་རྣམ་པ་མང་བ་དང་། ངག་གི་ཡན་ལག་གི་རྣམ་གྲངས་མང་བ། ངོ་གདོང་སྟེང་གི་སྒྲ་སྦྱུ་རིམ་གྱིས་ཉུང་འཕྲིར་སོང་བ།

༦༽ རྟོག་འཛིང་ཅན་གྱི་སྤྱི་ཚོགས་འཚོ་བར་རོལ་བ།

༧༽ སྐད་པའི་ཆ་ཤས་སྤྱི་དང་ལྷག་པར་སྐད་ཆེན་ཕྱི་ཤུན་གྱི་ཁྲོད་དུ་རིམ་གྱིས་སྤྲོམ་པ་རྗེ་ཆེ་དང་གཞི་རྒྱ་ཇེ་ཆེར་འགྲོ་བ་བཅས་ཡིན།

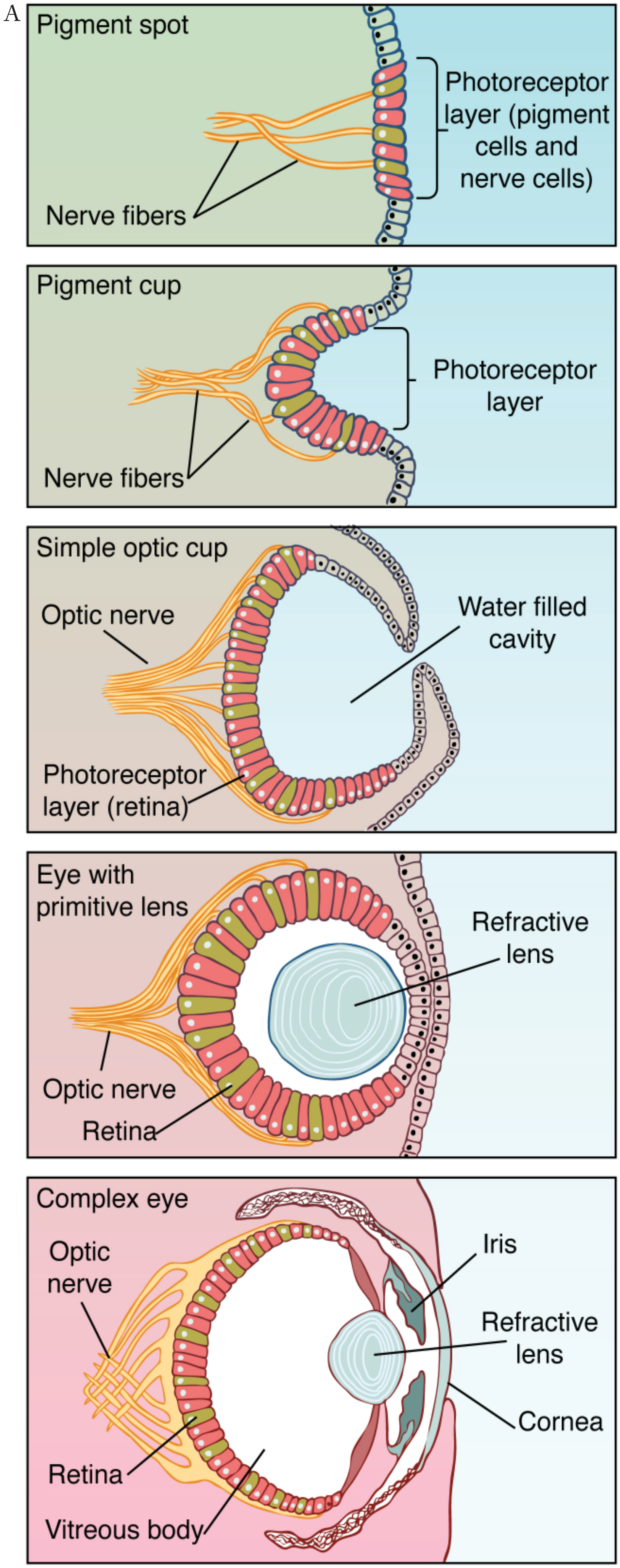
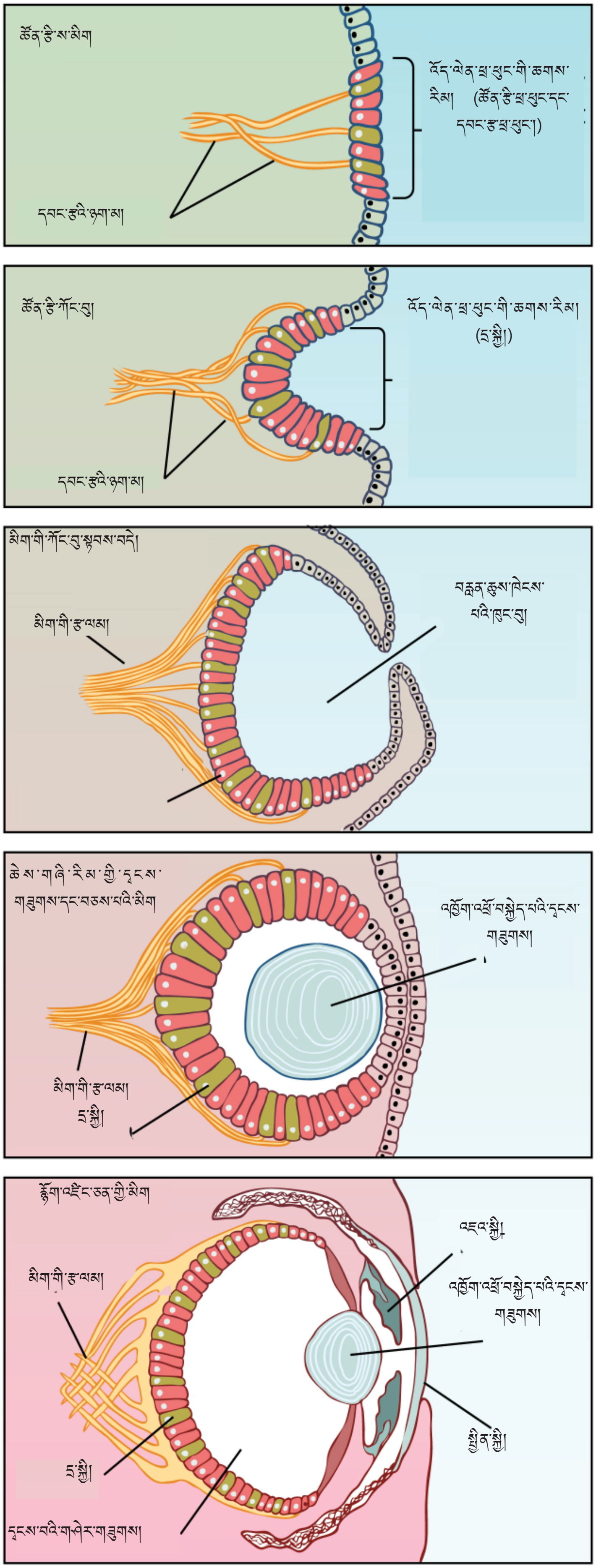


Figure 15: Eye complexity and evolution in mollusks. (A) Steps in the evolution of the eye in mollusks reflect many of the principles discussed in hypothesizing how the eye may have evolved. (B) Flatworms have a basic eye consisting of a light sensitive layer of cells similar to the topmost box at left. (C) Chambered nautiluses have a more complex eye, in which the center of the depressed cell patch is constricted, like in the lower three panels in A.

ཀ



དཔེ་རིས། ༡༥ ལུས་སྒྲི་སྲོག་ཆགས་ལ་ཡོད་པའི་མིག་གི་རྟོག་འཛིང་གནས་བབ་དང་མིག་དེ་འཕེལ་འགྱུར་བྱུང་ཚུལ། ཀ༽ ལུས་སྒྲི་དག་གི་མིག་གི་འཕེལ་འགྱུར་ཁྲོད་ནང་གསེས་འབྱུང་རིམ་རྣམས་ཀྱིས་མིག་གི་འཕེལ་འགྱུར་བསྐྱལ་ཚུལ་ཐད་གང་ཞིག་ཚོད་རྩིས་བརྒྱབ་པའི་བྱེད་རིམ་གྱི་ཁོངས་སུ་རྩ་འཛིན་མང་པོ་ཞིག་མངོན་མཚོན་བྱས་ཡོད། ཁ༽ འབུ་ལེབ་དག་ལ་གཡོན་གྱི་བརྟེགས་མའི་དཔེ་རིས་གྲུ་བཞིའི་ཡང་ཐོག་དེར་གང་གསལ་བ་དེ་དང་རྣམ་པ་མཚུངས་པ་འོད་ཚོར་སྐྱེན་པའི་ཐྲ་ཕུང་གི་ཆགས་རིམ་ཞིག་གིས་གྲུབ་པའི་གཞི་རིམ་གྱི་མིག་ཅིག་ཡོད། ག༽ ཆང་ལྷན་འགྲོན་བུ་དག་ལ་ནི་གཡོན་གྱི་ཀ་རྟགས་ཅན་གྱི་བརྟེགས་མའི་དཔེ་རིས་གྲུ་བཞི་མའི་རིམ་པ་འོག་མ་གསུམ་པོར་གང་གསལ་བ་དེ་དག་དང་རྣམ་པ་མཚུངས་ཤིང་གོང་གསལ་ལས་རྟོག་འཛིང་ཆེ་བའི་མིག་དེ་འདྲ་ཡོད་ཅིང་། མིག་དེར་ཡོད་པའི་རྟེབ་ཀོང་ཅན་གྱི་ཐྲ་ཕུང་ཚོགས་དེའི་ལྟེ་སྙིང་འཚེར་ནས་ཡོད་པ་རེད།

bered nautilus, in narrowing their centers, significantly decrease the amount of light they let through and thus can detect.

Nilsson notes that evolution found a much better solution than constriction of the cell-patch center: cover the hole/cell-depression with two sheets of clear cells (this became the lens). This allows much more light to be detected by the cell patch and the cells under it. Better yet, when water is added between the two sheets of clear cells, the lens bulges out and becomes rounder, and the image on the cells below it (the retina) gets sharper. The more water, the rounder the lens becomes, the sharper the image. And so, in several relatively simple steps we have a description of possible eye evolution.

Of course, at the same time eyes were evolving, the brain was also evolving as part of the other sensory (like touch and temperature sensing in our skin discussed in Life Sciences Primer II) and motor (motion) systems of the body. It is for simplicity's sake that here we have discussed brain and eye evolution separately.

In thinking again about what happens when we look at the pictures of His Holiness the Dalai Lama, we can refine the steps of that process further:

1. **sense:** use our eyes to detect the light reflected from the images

2. **take in and interpret what is sensed:** transfer the information experienced in the eye as light into another kind of signal that can go to the brain, *selecting out and 'seeing' only the image and only the important parts of the image from all the other background, synthesizing all the light and pieces of the image we see into one image that 'makes sense', while attaching to this image emotions and past experiences stored in the brain and thus,* perceiving the images as that of His Holiness

3. **respond:** signals from the brain based on interpretation lead to relevant response, for example, to the hand muscle to pick up the pictures, to the eye to keep looking at the images, to other parts of the brain and body to feel moved or happy.

But here, as neuroscientists, we run into a bit of a problem.

བའི་"མིག་འབྲས"དག་གི་ལྡེ་དཀྱིལ་ཟླུམ་པ་ན་དེ་དག་བརྒྱུད་ནས་ཐོན་པའི་འོད་ཀྱི་འཁོར་ཚད་ཧ་ཅང་ཆག་ལ། དེ་ལ་བརྟེན་ནས་ཤེས་ཚོར་གྱི་བྱེད་ནུས་ལའང་དོ་ཕོག་གཏོང་བ་རེད།

ཉི་ལ་སོན་གྱིས་བསྟན་པ་ནི་ཕྲ་ཕུང་ཚོགས་ཀྱི་ལྡེ་དཀྱིལ་འཆིང་བའི་གོང་གསལ་གྱི་ཐབས་ལམ་དེ་བས་ཀྱང་ཐབས་ལམ་བཟང་བ་ཞིག་རང་བྱུང་འཕེལ་འགྱུར་ཁྲོད་ཐོན་ཡོད་པ་དང་། དེ་ནི་ཕྲ་ཕུང་གིས་གྲུབ་པའི་དྭངས་གསལ་ལེབ་ཡུག་(འདི་ཉིད་ཕྱིས་སུ་དྭངས་གཟུགས་ཀྱི་ངོ་བོར་འཕོས་འགྲོ་)གཉིས་ཀྱིས་གཡོག་ཁེབས་ཀྱི་ཚུལ་དུ་ཕྲ་ཕུང་གི་རྡིབ་གོང་/ཁྱུང་བུ་དེ་འགེབས་པར་བྱ་རྒྱུ་དེ་རེད་ཅེས་བཤད། འདིས་ཕྲ་ཕུང་ཚོགས་དེ་དང་དེའི་འོག་ཏུ་འཁོད་པའི་ཕྲ་ཕུང་དག་གིས་ཤེས་ཚོར་བྱ་རྒྱུའི་འོད་ཀྱི་འཁོར་ཚད་དེ་སྔར་བས་མང་བ་འབྱུང་བར་ཁག་ཐེག་བྱེད། ད་དུང་ལེགས་པ་ཞིག་ལ། ཕྲ་ཕུང་གི་ལེབ་གཟུགས་གཉིས་པོ་དེའི་བར་ན་ཆུ་འདེབས་པ་ན་དྭངས་གཟུགས་དེ་འབུར་པོར་བྱེད་པས་ཇེ་ཟླུམ་དུ་གཏོང་ཞིང་། དེ་ལས་དེའི་འོག་ཏུ་འཁོད་པའི་ཕྲ་ཕུང་(དྲ་སྐྱི་)སྟེང་དུ་འཆར་བའི་བརྙན་རིས་དེ་སྔར་བས་གསལ་བར་འགྱུར་བ་དང་། ཆུ་ཇི་ཙམ་མང་བ་བླུགས་པས་དེ་ཙམ་དུ་དྭངས་གཟུགས་དེ་དག་ཇེ་ཟླུམ་དུ་དང་གཟུགས་བརྙན་དེ་ཇེ་གསལ་དུ་འགྱུར་བ་རེད། དེས་ན་ལྟོས་འཛོག་གི་སྐབས་བདེ་བའི་གོ་རིམ་དེ་དག་ཁྲོད་ང་ཚོར་མིག་འབྲས་ཀྱི་འཕེལ་འགྱུར་དེ་རྒྱུད་རིམ་ཇི་ལྟ་བུ་ཞིག་བརྒྱུད་ཡོད་སྲིད་པའི་འགྲེལ་བཤད་ཅིག་རྙེད་ཡོད།

ཤེས་གསལ་བཞིན། མིག་འབྲས་འཕེལ་འགྱུར་བྱུང་བ་དང་དུས་མཚུངས་སུ། སྐད་པ་ཡང་ལུས་ཀྱི་དབང་ཚོར་མ་ལག་གཞན་དག་(ཚེ་སྲོག་ཅན་རིག་གི་སྟོན་འགྲོའི་སློབ་དེབ་གཉིས་པའི་ནང་གྲོས་སྡུར་བྱས་པའི་རིག་ཚོར་དང་པགས་པའི་ནང་གི་ཟུག་ཚོར་བྱེད་རིམ་ལྟ་བུ་)དང་འགྱུལ་བསྐྱོད་མ་ལག་དག་གི་ཆ་ཤས་ཀྱི་ཚུལ་དུ་འཕེལ་འགྱུར་བྱུང་ཡོད། འོན་ཀྱང་འདིར་ངེད་ཚོས་སྐད་པ་དང་མིག་གི་འཕེལ་འགྱུར་གཉིས་གྲོས་སྡུར་སོ་སོར་བྱེད་པ་དེ་ནི་ཤེས་སྦྱོང་བདེ་བའི་ཆེད་ཡིན།

འདིར་སླར་ཡང་ང་ཚོས་ཨ་གོང་ས་མཆོག་གི་སྐྱ་པར་མཐའ་སྐབས་ཅི་ཞིག་འབྱུང་བའི་ཐད་བསམ་གཞིག་བྱེད་པ་ན། སྔར་གྱི་བྱེད་རིམ་དེའི་རིམ་པ་རྣམས་ལ་གཤམ་གསལ་གྱི་ཚུལ་དུ་སྔར་བས་ལྷག་པའི་དག་འགྲེལ་བྱེད་དུ་ཡོད་དེ།

༡༽ **ཚོར་སློང་སྐྱེ་བ།** ཕྱིའི་གཟུགས་བརྙན་ནས་ཕྱིར་ལྡོག་སྟེ་བྱུང་བའི་འོད་མདངས་ཚོར་ཞིང་ཤེས་པའི་ཆེད་དུ་མིག་བཀོལ་སྤྱོད་བྱེད་པ།

༢༽ **གང་ཚོར་བ་དེ་ཉིད་ནང་འཛིན་བྱས་ཏེ་དེ་ལ་གླིག་འགྲེལ་བྱེད་པ།** མིག་གིས་འོད་མདངས་ཀྱི་རྣམ་པར་ཉམས་སུ་མྱོང་བའི་ཆ་འཕྲིན་དེ་སྐད་པར་བགྲོད་ཐུབ་པའི་བརྡ་འཕྲིན་གཞན་ཞིག་གི་ངོ་བོར་ཕབ་ནས་དེར་འོར་འདྲེན་བྱེད་པ་དང་། སྐད་པས་*རྒྱབ་ལྗོངས་ཀྱི་དངོས་པོ་གཞན་ཐམས་ཅད་ཀྱི་ཁྲོད་ནས་གཟུགས་བརྙན་དེ་ཉིད་དང་གཟུགས་བརྙན་དེའི་ཆ་ཤས་འགངས་ཆེ་བ་དག་སོ་ན་འདེམས་སྒྲུག་གིས་དེ་དག་སོན་ལ་བལྟ་བ་དང་། སྐྱེ་བོས་མཐོང་བའི་འོད་མདངས་ཀྱི་ཆ་ཐམས་ཅད་དང་གཟུགས་བརྙན་གྱི་དུམ་བུ་རྣམས་ཕྱོགས་གཅིག་ཏུ་བསྡུས་ཏེ་"དོན་སྙིང་ཡོད་པའི་"གཟུགས་བརྙན་གཅིག་གི་ངོ་བོར་འཆར་བ་དེར། སྔར་ནས་སྐད་པར་བསྒོས་པའི་འདས་པའི་སེམས་མྱོང་དང་ཉམས་མྱོང་རྣམས་བསྡེབས་པ་*ལས་སྣང་བརྙན་དེ་ཨ་གོང་ས་མཆོག་གི་ཡིན་པར་འདུ་ཤེས་པ།

༣༽ **ཡ་ལན་སྤྲོད་པ།** སྐད་པས་གློག་འཕྲིན་ཅི་འདྲ་ཞིག་ཏུ་བྱས་པ་དེ་གཞིར་བྱས་ནས་བཟུང་བའི་བརྡ་འཕྲིན་དེས་འོས་འཚམས་ཀྱི་ཡ་ལན་འདེབས་པར་བསྐུལ་བ་སྟེ། དཔེར་ན། སྐྱ་པར་དེ་ལག་པས་ཡར་འདེགས་སུ་འཇུག་པ་ལྟ་བུ་དང་། ཡང་ན་སྣང་བརྙན་དེར་མིག་གིས་ མུ་མཐུད་དུ་བལྟ་རུ་འཇུག་པ། དེ་བཞིན་དུ་སྐད་པ་དང་ལུས་ཀྱི་ཆ་ཤས་གཞན་དག་ལ་བསྐུལ་བའི་ཚོར་བའམ། ཡང་ན་དགའ་སྣང་གི་ཚོར་བ་སྐྱེར་བ་ལྟ་བུའོ།།

དེ་ལྟར་ནའང་དབང་རྩའི་ཚན་རིག་པ་ཞིག་ཡིན་པའི་ཆ་ནས་འདིར་ང་ཚོར་དཀའ་ཁག་གང་མཚམས་ཤིག་འཕྲད་ངེས་རེད།

WHY DID OUR BRAINS EVOLVE THE WAY THEY DID?

As we have seen, evolutionary biologists have developed good explanations for how brain and central nervous system structure evolved. But how have humans evolved to feel compassion or religious or happy when we look at pictures of His Holiness? Come to think of it, how have we evolved to come up with complicated explanations of ourselves like the ones in this book and in the rest of science and other disciplines? It is not immediately evident how such capacities as being religious, or able to meditate, or fly to the moon would give us a selective advantage, per Darwin's theory of evolution, in the same way as would, say, being able to see well.

The basic answer to this problem from evolutionary biologists involves a phenomenon called **exaptation** (proposed by Darwin and named by Stephen Jay Gould over a century later). Exaptation occurs when a characteristic evolved for one function is later able to be used for another, often unrelated function.

EXAPTATION:

"A trait that evolved under natural selection for one purpose but which later was co-opted for another purpose".

For example, feathers are thought to have evolved initially for insulation but were later co-opted for flight in birds.

THE PROBLEMS OF LIFE

To build an argument for exaptation, hypothesizing why the brain and such capacities *did* indeed evolve, let's first consider the problems and challenges of simply staying alive. To sustain life an organism must: (1) find and access resources (e.g., food, air, water, light, social and reproductive partners) and (2) avoid danger, while seeking and maintaining optimal and safe conditions.

These challenges are complicated by the fact that the world is complex (for example, resources are not evenly distributed and may be difficult to access), continually changing, and full of other organisms, which are often competing for the same resources. Therefore, another key resource is **information**. Obtaining *relevant* information, understanding it, and acting accordingly are vital for survival. The brain and the rest of the nervous system evolved as solutions to these challenges.

To address these practical problems of staying alive, an organism, of course, needs effective systems, but major constraints—time, energy, and materials—prevent the evolution of *perfect* systems. Besides, because the environment can change at any time, a perfect solution for one situation might be useless a day or a year later. Evolved solutions to life's problems only need to be *good enough* to allow the organism to survive and reproduce.

སྐབས་འགྱུར།

དང་ཐོག་དགོས་མཁོ་ངེས་བ་ཟུང་ཞིག་འགྲུབ་ཆེད་རང་བྱུང་འདེམས་སྒྲུག་ཁྲོད་ཕྱིར་འབུས་པའི་ཁྱད་གཤིས་ཤིག་ད་གཟོད་དེ་ལས་གཞན་པའི་དགོས་མཁོ་ཞིག་འགྲུབ་པར་ཁ་སྒྱུར་ཐེབས་པ་ལ་ཟེར།

དཔེར་ན། དང་ཐོག་ལུས་ཀྱི་ཚ་དྲོད་གཉེར་སྐྱོང་གི་དགོས་མཁོ་འགྲུབ་ཆེད་དུ་འཕེལ་འགྱུར་བྱུང་བར་འདོད་པའི་བྱ་སྤྲོ་དེ་དག་དུས་ཕྱིས་འཕུར་བསྐྱོད་ཀྱི་དགོས་མཁོ་འགྲུབ་ཆེད་དུ་ཁ་སྒྱུར་ཐེབས་པ་བཞིན་རེད།

དེང་ཚོའི་ཀླད་པ་རྣམས་ཅི་ཞིག་ཏུ་འཕེལ་འགྱུར་བྱུང་བ་དེ་ལྟར་དུ་འཕེལ་འགྱུར་བྱུང་བ་ཅིས་ཡིན་ནམ།

ང་ཚོས་མཐོང་ཡོད་པ་བཞིན། འཕེལ་འགྱུར་སྐྱེ་དངོས་རིག་པ་བ་དག་གིས་ཀླད་པ་དང་དབང་རྩ་ལྟེ་བའི་མ་ལག་རྣམས་ཇི་ལྟར་འཕེལ་འགྱུར་བྱུང་ཚུལ་ཐད་འགྲེལ་བརྗོད་ལེགས་པོ་བྱས་ཡོད། འོན་ཀྱང་མིའི་འགྲོ་བ་རྣམས་སྙིང་རྗེ་འཚང་བའི་འགྲོ་བ་ཞིག་ཏུ་འམ། ཡང་ན་ཆོས་སེམས་འཚང་བའི་འགྲོ་བ་ཞིག་ཏུ་ཇི་ལྟར་འཕེལ་འགྱུར་བྱུང་བ་ཡིན་ནམ། ཡང་ན། ༸གོང་ས་མཆོག་གི་སྐུ་པར་མཇལ་བ་ན་དགའ་སྣང་སྐྱེས་པའི་འགྲོ་བ་ཞིག་ཏུ་ཇི་ལྟར་འཕེལ་འགྱུར་བྱུང་བ་ཡིན་ནམ། དེ་བཞིན་དུ་འདི་ལྟར་སོམས་དང་། སློབ་དེབ་འདི་དང་གཞན་ཡང་ཚན་རིག་དང་རིག་གནས་གཞན་དག་ཏུ་གསལ་བ་བཞིན། མིའི་འགྲོ་བ་རྣམས་མི་རང་ཉིད་སྐོར་རྟོག་འཛིང་ཅན་གྱི་འགྲེལ་བཤད་དེ་ལྟར་རྒྱག་ནུས་པའི་འགྲོ་བ་ཞིག་ཏུ་ཇི་ལྟར་འཕེལ་འགྱུར་བྱུང་བ་ཡིན་ནམ་ཞེ་ན། ཊར་ཝིན་གྱིས་བརྗོད་པའི་འཕེལ་འགྱུར་རིག་པ་གཞིར་བཞག་ནས་བཤད་ན། སྐྱེ་ལྡན་ཞིག་ལ་མཐོང་ཚོར་གྱི་ནུས་པ་བཟང་བ་ལྡན་པ་དེས་སྐྱེ་ལྡན་དེར་བདམས་ཐོན་གྱི་ཁེ་ཕན་སྤྲིན་ཚུལ་ནི་ཆེས་མངོན་པར་གསལ་ལ། འོན་ཀྱང་ཆོས་སེམས་འཚང་བ་དང་། སྒོམ་སྒྲུབ་བྱེད་ནུས་པ། ཡང་ན་བླ་བའི་གྲོང་འཁྱེར་དུ་འཕུར་ཐུབ་པ་ལྟ་བུས་དེ་ལྟའི་ཁེ་ཕན་སྤྲིན་ཚུལ་ནི་དེ་ཙམ་མངོན་གསལ་དོད་པོ་ཞིག་མིན།

གོང་གསལ་དཀའ་ཁག་འདི་ལ་སེལ་ཐབས་ཀྱི་ལན་འདེབས་བྱེད་སྐབས་འཕེལ་འགྱུར་སྐྱེ་དངོས་རིག་པ་བ་དག་གིས་"**སྐབས་འགྱུར་**"དུ་འབོད་པའི་ཆོས་ཉིད་དེ་ལ་སྙེ་གིན་ཡོད། ཆོས་ཉིད་དེ་ནི་དང་ཐོག་ཊར་ཝིན་གྱིས་གྲོས་འགོ་བཏོན་ཅིང་། དེ་ནས་ལོ་ངོ་བརྒྱ་ཕྲག་གཅིག་ལྷག་ཙམ་རྗེས་སི་ཊེ་ཕེན་ཇེ་གུ་ལཊ་གྱིས་དེ་ལ་དངོས་སུ་མིང་དོན་སྦྱར་བ་ཞིག་རེད། ཐོག་མར་བྱེད་ལས་བྱེ་བྲག་པ་ཞིག་འགྲུབ་པའི་ཆེད་འཕེལ་འགྱུར་བྱུང་བའི་ཁྱད་ཆོས་ཞིག་ད་གཟོད་སྔར་བས་བྱེད་ལས་གཞན་ཞིག་གམ། ཡང་ན་འབྲེལ་མེད་ཀྱི་བྱེད་ལས་གཞན་ཞིག་གི་ཆེད་དུ་བཀོལ་སྤྱོད་བྱེད་དུ་ཡོད་པར་གྱུར་ཚེ། དེར་སྐབས་འགྱུར་ཐེབས་པར་འདོད་པ་རེད།

ཚེ་སྲོག་གི་འཚོ་བའི་ཁྲོད་ཀྱི་དཀའ་ཁག

ཀླད་པ་དང་དེའི་བྱེད་ནུས་རྣམས་ཇི་ལྟ་བ་བཞིན་འཕེལ་འགྱུར་བྱུང་བ་འདི་ཅིས་ཡིན་པར་འགྲེལ་སྟོན་བྱེད་པའི་ཕྱོགས་སུ་ཚོད་རྩིས་ཤིག་རྒྱག་པ་སྟེ། (འདི་ཉིད་ཚིག་གཞན་དུ་བརྗོད་ན།) སྐབས་འགྱུར་བྱེད་རིམ་གྱི་འཐད་པ་བསྒྲུབ་པའི་སྒྲུབ་བྱེད་སྟོད་པའི་ཕྱོགས་སུ། ཐོག་མར་ང་ཚོས་མུ་མཐུད་དུ་འཚོ་སྐྱོད་བྱ་རྒྱུ་ཙམ་ལའང་འཕྲད་པའི་དཀའ་རྙོག་དང་དཀའ་ཁག་དག་ལ་བསམ་གཞིག་ཅིག་བྱེད་ན་འདི་ལྟར། དེ་ཡང་སྐྱེ་ལྡན་ཞིག་འཚོ་སྐྱོད་བྱེད་པར་ངེས་པར་དུ་ ༡༽ འཚོ་ཆས་(དཔེར་ན། ཟས་དང་། རླུང་། ཆུ། འོད། སྐྱེ་འཕེལ་དང་ཚོགས་སྤྱོད་ཀྱི་ཟླ་བོ་ལྟ་བུ།)འཚོལ་དགོས་པ་དང་ཐོབ་དགོས་པ་ཡིན་ལ། དེ་བཞིན་དུ་ ༢༽ བདེ་འཇགས་ཀྱི་ཆ་རྐྱེན་མུ་མཐུད་དུ་འཚོལ་སྲུང་བྱེད་ཀྱིན་དུ་ཉེན་འཛིགས་གཡོལ་ཐབས་བཅས་བྱེད་དགོས་པ་ཡིན།

འོན་ཀྱང་། སའི་གོ་ལ་འདི་རྟོག་འཛིང་ཅན་ཞིག་ཡིན་པ་(དཔེར་ན་འཚོ་ཆས་རྣམས་ཆ་སྙོམས་སུ་ཁྱབ་མེད་པ་དང་ཐོབ་དཀའ་བ་ཡིན་པ་ལྟ་བུ་)དང་དུས་རྒྱུན་དུ་མུ་མཐུད་དུ་འཕོ་འགྱུར་བྱེད་ཀྱིན་དུ་གནས་པར་མ་ཟད། གོ་ལ་འདིར་འཚོ་ཆས་ཐོབ་ཁུངས་གཅིག་རང་ལ་འགྲན་རྩོད་བྱེད་ཀྱིན་པའི་སྐྱེ་ལྡན་དག་གིས་ཁེངས་ནས་ཡོད་པ་འདིས་གོང་གསལ་དཀའ་ཁག་རྣམས་ཇེ་ཟབ་དང་ཇེ་རྟོག་ཏུ་བཏང་ལ། དེར་བརྟེན་ཆ་འཕྲིན་ནི་གནད་འགག་ཅན་གྱི་འཚོ་ཆས་ཀྱི་རྣམ་གྲངས་ཞིག་ཏུ་གྱུར་ཡོད། འབྲེལ་ཡོད་ཀྱི་ཆ་འཕྲིན་སོན་པ་དང་། དེ་ཇི་ལྟ་བ་བཞིན་དུ་རྟོགས་པ། དེར་རན་འཚམས་ཀྱི་ལན་འདེབས་བྱེད་རྒྱུ་བཅས་ནི་གསོན་གནས་བྱ་རྒྱུའི་ཆ་རྐྱེན་མེད་མི་རུང་བ་ཞིག་ཡིན་ལ། ཀླད་པ་དང་དབང་རྩ་མ་ལག་གི་ཡན་ལག་གཞན་རྣམས་དཀའ་ཁག་འདི་དག་སེལ་ཐབས་སུ་འཕེལ་འགྱུར་བྱུང་བ་ཞིག་རེད།

གསོན་གནས་བྱེད་པར་འཕྲད་པའི་དངོས་འབྲེལ་གྱི་དཀའ་ཁག་འདི་དག་ལ་གདོང་ལེན་ཐུབ་པར་སྐྱེ་ལྡན་ཞིག་ལ་བྱེད་ནུས་ལྡན་པའི་ལུས་ཀྱི་མ་ལག་ཚང་དགོས་ལ། འོན་ཀྱང་དུས་དང་། ནུས་པ། རྒྱུ་ཆའི་བཀག་ཆ་དག་གིས་*ཡང་དག་པའི་*ལུས་ཀྱི་མ་ལག་དེ་འདྲ་འཕེལ་འགྱུར་འབྱུང་བར་འགལ་རྐྱེན་བཟོ་བཞིན་ཡོད། དེར་མ་ཟད། ཁོར་ཡུག་ནི་ནམ་ཡང་འཕོ་འགྱུར་འགྲོ་རུང་དུ་གནས་པས། གནས་སྟངས་གཅིག་ལས་སྐྱོབ་པའི་ཐབས་ལམ་ཡང་དག་པ་ཅི་འདྲ་ཞིག་འབྱུས་རུང་། དེ་ཉིད་ཉིན་གཅིག་གམ་ལོ་ངོ་གཅིག་གི་མཇུག་མཚམས་སུ་གཏན་ནས་ཕན་མེད་དུ་འགྱུར་རུང་བ་རེད། དེས་ན་འཚོ་གནས་ཀྱི་དཀའ་ཁག་སེལ་བའི་ཐབས་ཤེས་གང་དག་འཕེལ་འགྱུར་རྒྱུད་རིམ་ཁྲོད་འཐོན་པ་རྣམས་ནི་སྐྱེ་ལྡན་གྱི་རྣམ་པ་དེར་གསོན་གནས་དང་སྐྱེ་འཕེལ་བྱེད་པར་རམ་འདེགས་ཐུབ་ཙམ་ཞིག་བྱུང་བས་ཆོག་པ་ཡིན།

The observation that bigger brains are not always better (and, in fact, big brains have rarely evolved) provides a nice demonstration of the natural constraints on the evolution of mechanisms to address life's problems. You might expect that the bigger the brain, the more capacity to solve problems, and perhaps this is true, but brains are very expensive to maintain (refer back to page 18, "Facts about the Brain"), so their value to the organism must offset their high cost.

It might have been great if we had evolved to be able to detect wavelengths across the entire electromagnetic spectrum you learned about in Physics— from gamma rays to radio waves—but we evolved to see only a very small portion of the spectrum (what we call 'visible light'), from violet to red wavelengths (Figure 16).

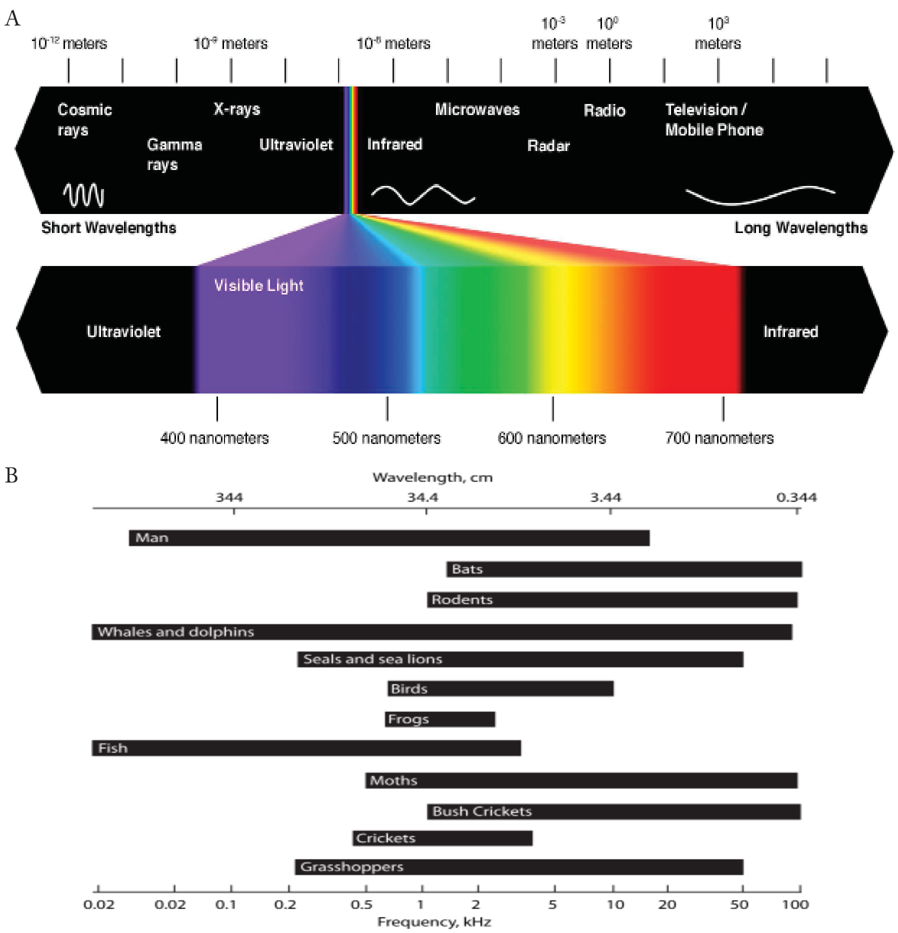


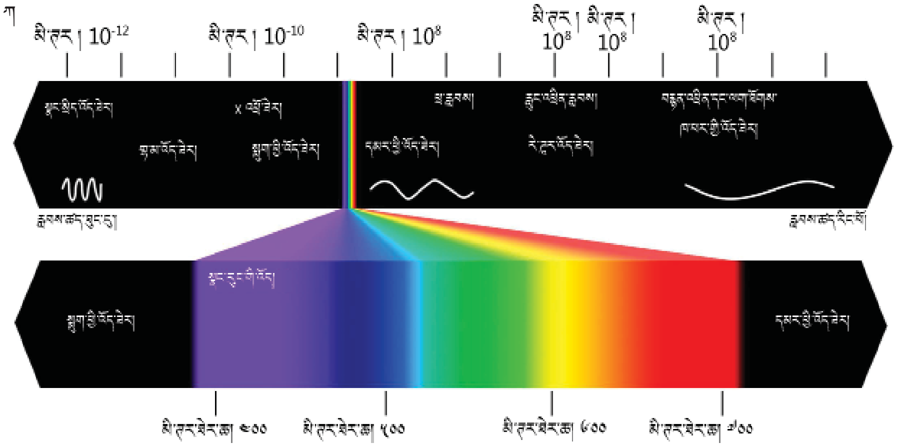
Figure 16: A. The full electromagnetic spectrum. B. The parts of the spectrum visible to living creatues varies vastly across the animal kindgom and overall consists of a small portion of the full spectrum.

Other animals, such as insects that can detect ultraviolet light, evolved to see other wavelengths. In all cases, evolution balances the sensory system requirements for sensory organ and brain size and ability with all the other evolutionary pressures and constraints of the environment and needs of the organism. It is probably not a coincidence, for example, that the wavelengths we can detect most easily are the ones that move best through water and are, therefore, the ones most available in oceans, where life first evolved.

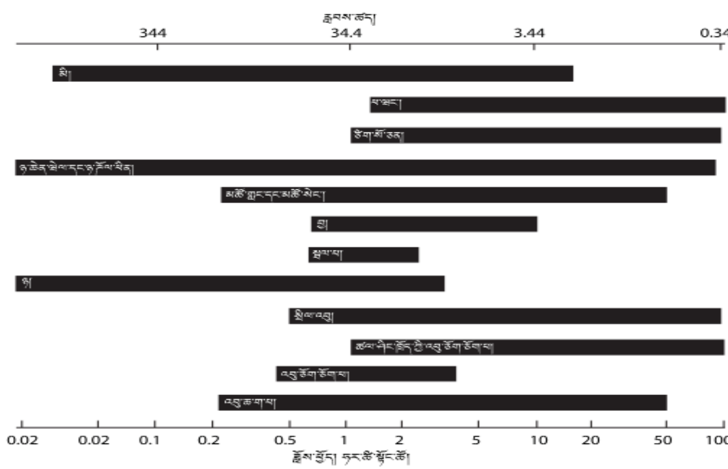
སླད་པ་ཇི་ཙམ་ཆེ་བ་དེ་ཙམ་གྱིས་བཟང་བར་ངེས་བརྟན་མི་རུང་བའི་བལྟ་ཚུལ་(དངོས་འབྲེལ་དུའང་སོང་ཚད་ཆེ་བའི་སླད་པ་དེ་འདྲ་འཕེལ་འགྱུར་བྱུང་བ་དགོན་པ་ཡིན་)དེས་ནི། འཚོ་གནས་ཀྱི་འགལ་རྐྱེན་དག་ལ་ཁ་གཏད་གཙོག་པའི་བྱེད་རིམ་འཕེལ་འགྱུར་འབྱུང་བར་རང་བྱུང་གི་བཀག་ཆ་ངེས་ཅན་འཕྲད་སྲིད་པར་དག་སྐྱིལ་ལེགས་པོ་ཞིག་བྱེད་ཀྱིན་ཡོད། སླད་པ་ཇི་ཙམ་ཆེ་བ་དེ་ཙམ་གྱིས་དེར་དཀའ་ཉོག་སེལ་བའི་ལས་ནུས་ཆེ་བ་ཡོད་པར་ཁྱོད་ཀྱིས་རེ་ལྟོས་འཆའ་སྲིད་ལ། གཅིག་བྱས་ན་དངོས་འབྲེལ་ལའང་དེ་ལྟར་ཡིན་སྲིད། འོན་ཀྱང་སླད་པ་བདག་གཅེས་བྱ་རྒྱུ་ནི་འགྲོ་གྲོན་ཧ་ཅང་ཆེ་(“སླད་པའི་སྐོར་གྱི་དངོས་ཡོད་གནས་དོན”ཞེས་པའི་སློབ་དེབ་དེའི་ཤོག་གྲངས་ ༡༡ ལ་ལྟོས།)བས། རྒྱུ་གྲོན་དེ་ཙམ་བཏང་བར་འབྲེལ་ཡོད་སྐྱེ་ལྡན་དེར་རང་གི་སླད་པའི་དགེ་མཚན་གྱིས་ངེས་པར་དོ་ཚོད་པ་ཞིག་དགོས།

གལ་ཏེ་འགྲོ་བ་མི་རྣམས་ཁྱེད་ཀྱིས་སྤྱིར་དངོས་ཁམས་ཙན་རིག་ནང་སྦྱངས་པའི་གློག་སྡུད་འོད་ཤལ་ཁྱོན་ཡོངས་ལ་ཁྱབ་པའི་རླབས་ཚད་(ཟླ་མ་འོད་ཟེར་ནས་རླུང་འཕྲིན་གྱི་རླབས་བར་)རྣམས་འཚོལ་རྟོགས་བྱེད་ནུས་པ་ཞིག་ཏུ་འཕེལ་འགྱུར་བྱུང་ཡོད་ཆེ། དགོངས་གནས་སྟངས་རླབས་ཆེན་ཞིག་ཏུ་གྱུར་ཡོད་ངེས་ཀྱང་། དེ་ལྟར་མ་བྱུང་བར་ང་ཚོ་མི་རྣམས་འོད་ཤལ་དེའི་སྨུ་མེན་ནས་དམར་པོའི་རླབས་ཚད་བར་ཆ་ཤས་ཧ་ཅང་ཆུང་ངུ་ཞིག་(འདི་ལ་ང་ཚོས“སྣང་རུང་གི་འོད”ཅེས་བརྗོད་)མཐོང་ཐུབ་པའི་ཚོད་ཙམ་དུ་འཕེལ་འགྱུར་བྱུང་ཡོད་(དཔེ་རིས། ༡༤)།

ཀ



ཁ



དཔེ་རིས། ༡༤ ཀ༽ གློག་ཁབ་ལེན་གྱི་འོད་ཤལ་རྣམ་པ་ཆ་ཚང་ཞིག ཁ༽ སྲོག་ཆགས་གླིང་ཚོན་ལ་ཁྱབ་པའི་སྲོག་ཆགས་སོ་སོར་སྣང་རུང་བའི་འོད་ཤལ་གྱི་ཆ་ཤས་ནི་སྲོག་ཆགས་ནང་ཕན་ཚུན་གཅིག་མཚུངས་མིན་ལ། མ་ཟད་དེ་དག་ལ་སྣང་རུང་བའི་འོད་ཤལ་གྱི་ཆ་ཤས་ཀུན་གཅིག་ཏུ་བསྡོམས་ཀྱང་འོད་ཤལ་ཁྱོན་ཡོངས་ཀྱི་ཆ་ཤས་ཆུང་ངུ་ཞིག་གི་ཚད་ཙམ་ལས་མི་འོང་།

དེ་བཞིན་དུ། སྨུག་ཕྱིའི་འོད་འཚོལ་རྟོགས་ནུས་པའི་འབུ་སྲིན་ལྟ་བུའི་སྲོག་ཆགས་གཞན་རྣམས་ཀྱང་རླབས་ཚད་ཀྱི་ཆ་ཤས་གཞན་དང་གཞན་མཐོང་མཁན་དུ་འཕེལ་འགྱུར་བྱུང་ཡོད། གནས་སྟངས་ཐམས་ཅད་ནང་དོ་བདག་སྐྱེ་ལྡན་དེའི་སླད་པའི་ཆེ་ཚད་དང་བྱེད་ནུས་དང་། དེའི་དབང་ཚོར་དབང་པོ་བཅས་དབང་ཚོར་དབང་པོའི་ཚོར་སྣོང་མ་ལག་དང་འབྲེལ་བའི་དགོས་མཁོ་གང་ཡོད་རྣམས་འཕེལ་འགྱུར་ཁྲོད་ཀྱི་གནོན་ཤུགས་དང་ཁོར་ཡུག་གི་བཀག་ཆ། དེ་བཞིན་དུ་སྐྱེ་ལྡན་དེའི་དགོས་མཁོ་བཅས་གཞན་ཀུན་དང་བདར་ནས་འཕེལ་འགྱུར་གྱིས་སྙོམས་སྒྲིག་བྱེད་ཀྱི་ཡོད། དཔེར་ན་ང་ཚོས་ལས་སླ་ཤོས་སུ་འཚོལ་རྟོགས་བྱེད་ནུས་པའི་རླབས་ཚད་ཀྱི་ཆ་ཤས་དག་ནི་ཆུའི་རྒྱུད་དུ་འཇུག་པ་བདེ་ཤོས་སུ་རྒྱུ་བའི་རླབས་ཚད་རྣམས་ཡིན་ལ། དེར་བརྟེན་དེ་དག་ཆེ་སྲོག་ཐོག་མར་འཕེལ་འགྱུར་བྱུང་ས་རྒྱ་མཚོ་དག་གི་ནང་འཕེལ་ཤོས་སུ་ཡོད་པ་འདི་ནི་སྟེས་དབང་གིས་བྱུང་བ་ཞིག་ཕལ་ཆེར་མིན།

So, we have seen the basics of how brains may have evolved and the constraints placed on that evolution. The next step in our argument to explain how humans may have evolved the capacity to carry out complex behaviors unnecessary for survival is to follow the evolution of a characteristic that is necessary, or at least very important for survival.

For example, early humans had to hunt to survive. The better hunter you were, the more food you got, the healthier you were, the more offspring you had. Humans whose brains had evolved a better ability to imagine where and how their potential prey moved through the forest in three-dimensional space were better able to predict where their prey was at any given moment. Thus, such 'three-dimensional thinkers' would be more likely to find and kill that prey. Such thinking would be selected for by evolution because it would lead to an advantage in obtaining nutritional resources.

While this evolved capacity of the brain to think in three-dimensions was selected for because it improved survival, you can see how humans might also have exapted this capacity for activities entirely unrelated to hunting. For example, such three-dimensional thinking would be useful in designing living quarters or communities, in drawing or in other artistic pursuits. So, whereas a Darwinian explanation of the capacity to do art would at first seem a stretch, here we have developed a reasonable argument for the evolution of such capacities. This is exaptation, and this explains how complex brain abilities, seemingly unrelated to survival, may have evolved.

We started by asking 'how do we see what we see?' Before we could get into the actual mechanics and complexities of vision, we spent some time setting the stage by contextualizing our discussion within the frameworks of science, human history, and natural history. Now we (our brains!) have a sense of how the brain and vision evolved, and also how the study of these systems evolved. Combining this discussion with that of Life Sciences Primers I, II, and III should allow you to follow the rest of this primer on how vision works and how we are able to see what we see.

WHICH PARTS DO WHAT?

Now that we have a sense of how our brains may have evolved, we can think about what our brains have evolved into so far and what the function of its parts are. Again, we'll use vision as our example. Which parts of our bodies

ད་བར་ང་ཚོས་ཀླད་པ་ཇི་ལྟར་འཕེལ་འགྱུར་བྱུང་ཚོད་དང་། འཕེལ་འགྱུར་གྱི་གོ་རིམ་དེར་བཀག་ཆའི་རིགས་གང་ཞིག་ཐེབས་ཚོད་ཀྱི་གཞི་རིམ་གྱི་གནས་སྟངས་དག་མཐོང་ཡོད་ལ། ད་ནི་འཚོ་གནས་ལ་ཉེ་བར་མི་མཁོ་བའི་རྙོག་འཛིང་རང་བཞིན་གྱི་གཉིས་སྐྱོད་དེ་འདྲར་ཞུགས་པའི་ནུས་པ་དེ་མིའི་འགྲོ་བའི་སྟེང་ཇི་ལྟར་འཕེལ་འགྱུར་བྱུང་ཚུལ་གྱི་ཁུངས་སྐྱེལ་བྱེད་པར་གཞོལ་ལ། འོན་ཀྱང་དེའི་གོམ་སྟབས་དང་པོར་ང་ཚོས་འཚོ་གནས་ལ་ངེས་པར་མཁོ་བའམ། མ་མཐར་ཡང་འཚོ་གནས་ལ་ཏ་ཙང་གནད་ཆེ་བའི་ཁྱད་གཤིས་ཤིག་གི་འཕེལ་འགྱུར་བརྒྱུད་རིམ་ལ་རྒྱུས་ལོན་བྱེད་དགོས།

དཔེར་མཚོན་ཆེད། གནའ་བོའི་མི་རྣམས་ཀྱིས་འཚོ་རྟེན་དུ་རི་དྭགས་བརྔོན་ཡོད་ལ། སྐབས་དེར་སུ་ཞིག་ལ་རྔོན་རྩལ་ཆེ་བ་ཡོད་པ་དེར་གཟན་ཆས་མང་བ་རྙེད་པ་དང་། དེའི་ཚོད་ཀྱིས་མི་བུ་དེ་གཟུགས་གཞི་བདེ་བ་དང་དེར་རིགས་སྤུག་མང་བ་བྱུང་བ་རེད། མི་བུ་སུ་ཞིག་གི་ཀླད་པའི་ནང་རང་གི་བརྔོན་བྱའི་སེམས་ཅན་རྣམས་ཕྱོགས་ཆ་གསུམ་ཅན་གྱི་ནམ་མཁའི་ཀློང་གི་ནགས་ཚལ་སྟུག་པོའི་ཁྲོན་གང་དུ་ཚུལ་ཇི་ལྟར་རྒྱུ་ཚུལ་བློས་བསླངས་བྱེད་པའི་ནུས་པ་བཟང་བ་འཕེལ་འགྱུར་བྱུང་བ་དེས། རང་གི་བརྔོན་བྱ་དེ་དག་དུས་ཚིགས་བྱེ་བྲག་པ་ཞིག་ལ་ས་ཕྱོགས་གང་དུ་འཕོད་མིན་གྱི་སྔོན་དཔག་བཟང་བར་བྱེད་ནུས། དེས་ན་དེ་ལྟའི་"ཕྱོགས་ཆ་གསུམ་ཅན་གྱི་རྟོག་འཆར་བ"རྣམས་ལ་བརྔོན་བྱ་རྙེད་བདེ་བ་དང་། དེ་དག་གིས་བརྔོན་བྱ་གསོད་པའང་མང་། དེ་ལྟ་བུའི་རྟོག་འཆར་གྱི་ཆ་རྐྱེན་དེས་ཟས་བཅུད་ཀྱི་འབྱུང་ཁུངས་འཚོལ་རྙེད་ཀྱི་ཁེ་ཕན་སྤྲིན་པས། ཆ་རྐྱེན་དེའི་རིགས་ལ་འཕེལ་འགྱུར་གྱིས་འདེམས་སྒྲུག་བྱེད་པ་ཆེས་འཐད་པ་ཡིན།

ཕྱོགས་ཆ་གསུམ་ལྡན་གྱི་རྟོག་འཆར་སྐྱེད་སྐྱུན་བྱེད་པའི་ཀླད་པའི་བྱེད་ནུས་དེས་གསོན་གནས་ཀྱི་ཆ་རྐྱེན་མཐོར་འདེགས་བྱེད་པའི་རྒྱུ་མཚན་གྱིས། དེ་ཉིད་འཕེལ་འགྱུར་ཁྲིད་བདམས་ཐོན་བྱུང་བ་དེ་ལྟར་ཡིན་མོད། འོན་ཀྱང་བྱེད་ནུས་འདི་ཇོན་འཛིན་གྱི་བྱ་བ་དང་གཏན་མ་འབྲེལ་བའི་བྱ་གཞག་གཞན་ལ་མི་རྣམས་ཀྱིས་ཇི་ལྟར་སྟབས་སྒྱུར་བྱས་ཆོག་པའང་ཁྱེད་ཀྱིས་མཐོང་ཐུབ་པ་ཡིན། དཔེར་ན། ཕྱོགས་ཆ་གསུམ་ཅན་གྱི་རྟོག་འཆར་སྐྱེད་ནུས་པ་འདི་སྟོད་ཁང་དང་གྲོང་བརྡལ་རྩིས་འགོད་ཀྱི་བྱ་བའམ། ཡང་ན། དཔེ་རིས་བཞེངས་བསྐྲུན་གྱི་བྱ་བ། དེ་བཞིན་དུ་སྒྱུ་རྩལ་གཞན་དང་འབྲེལ་བའི་བྱ་བ་དག་ལའང་སྤྱོད་སྒོ་ཆེན་པོ་འབྱུང་ངེས་ཡིན། དེས་ན་ཊར་ཝིན་གྱིས་མིའི་སྒྱུ་རྩལ་གྱི་ནུས་པ་ཇི་ལྟར་འབྱུས་ཡོད་ཚུལ་འགྲེལ་བརྗོད་བྱེད་སྐབས་གཞན་དག་གིས་ཐོག་མར་དེ་ཙམ་ངེས་ཤེས་འདྲོངས་ངེས་སུ་མཐོང་མེད་རུང་། ད་ནི་ནུས་རྩལ་དེ་རྣམས་ཇི་ལྟར་འཕེལ་འགྱུར་བྱུང་བའི་སྒྲུབ་བྱེད་འཐད་ལྡན་ཡོད་པ་ནི་ང་ཚོའི་མིག་སྔར་སོན་པ་འདི་རེད། འདི་ལ་སྟབས་འགྱུར་བྱེད་རིམ་ཟེར་ཞིང་། འདིས་སྔང་ཚོད་དུ་འཚོ་གནས་དང་འབྲེལ་བ་མེད་པའི་རྙོག་འཛིང་ཅན་གྱི་ཀླད་པའི་ལས་ནུས་རྣམས་ཇི་ལྟར་འཕེལ་འགྱུར་བྱུང་ཚོག་པའི་ཐད་འགྲེལ་སྟོན་བྱེད་ཀྱི་ཡོད།

དེ་ཡང་ང་ཚོས་དང་ཐོག་"ངེད་ཚོས་གང་ཞིག་མཐོང་བ་དེ་དག་ངེད་ཚོས་ཚུལ་ཇི་ལྟར་དུ་མཐོང་ངམ"ཞེས་པའི་དྲི་བ་ལས་འགོ་བཙམས་ལ། དེ་ནས་མཐོང་ཚོར་གྱི་ལས་ཚུལ་དངོས་གང་ཡིན་དང་། དེའི་རྙོག་འཛིང་གི་རྣམ་པ་གང་ཡིན་རྩད་གཅོད་མ་བྱས་གོང་དུ་སྐབས་ཀྱི་འབྲེལ་བཤམ་པའི་ཆེད་དུ་ང་ཚོས་ཚན་རིག་དང་། འགྲོ་བ་མིའི་བྱུང་རབས་ལོ་རྒྱུས་དང་། རང་བྱུང་ཁམས་ཀྱི་བྱུང་རབས་བཅས་ཀྱི་སྒྲོམ་གཞིའི་ནང་སྐབས་འབྲེལ་གྱི་གྲོས་སྡུར་འདིའི་འབྲེལ་བ་གཏུག་པར་དུས་ཚོད་གང་འཚམས་ཤིག་བཏང་ཟིན་པས། ད་ཚོད་ཀླད་པ་དང་མཐོང་ཚོར་ཇི་ལྟར་འཕེལ་འགྱུར་བྱུང་ཚུལ་དང་། མ་ལག་འདི་དག་སྐོར་གྱི་དབྱེ་ཞིབ་ཇི་ལྟར་འཕེལ་འགྱུར་བྱུང་ཚུལ་ཐད་ང་ཚོར་(ང་ཚོའི་ཀླད་པའི་ནང་)གོ་རྟོགས་ཤིག་རྙེད་ཡོད། སྐབས་འདིའི་ཤེས་བྱ་རྣམས་ཚེ་སྲོག་ཚན་རིག་གི་སྔོན་འགྲོའི་སློབ་དེབ་དང་པོ་དང་། གཉིས་པ། གསུམ་པ་བཅས་ཀྱི་བརྗོད་བྱ་དང་མཉམ་སྦྲེལ་བྱས་པ་བརྒྱུད་མཐོང་ཚོར་གྱི་ལས་ཚུལ་སྤྱི་དང་། ང་ཚོས་གང་མཐོང་བ་དེ་དེ་ལྟར་དུ་ཇི་ལྟར་མཐོང་ནུས་པའི་ཚུལ་དང་འབྲེལ་བའི་སྔོན་འགྲོའི་སློབ་དེབ་འདིའི་ནང་གི་བཤད་པ་ལྷག་མ་རྣམས་ཇི་ལྟ་བ་བཞིན་ཕོང་དུ་ཚུད་པར་ཡང་ཁྱེད་ལ་རམ་འདེགས་འཐོབ་སྲིད།

ཀླད་པའི་ཆ་ཤས་གང་གིས་བྱ་བ་གང་ཞིག་སྒྲུབ་བམ།

ད་བར་ང་ཚོས་མིའི་ཀླད་པ་ཇི་ལྟར་འཕེལ་འགྱུར་བྱུང་ཚུལ་ཐད་གོ་རྟོགས་གང་འཚམས་ལོན་ཟིན་ལ། ད་ནི་ང་ཚོས་མིའི་ཀླད་པ་འདི་ཉིད་རྣམ་པ་གང་ཞིག་ཏུ་འཕེལ་འགྱུར་བྱུང་ཡོད་པ་དང་། དེའི་ཆ་ཤས་སོ་སོའི་བྱེད་ལས་གང་ཞིག་ཡིན་སྐོར་བསམ་གཞིག་བྱའོ། །འདིར་ཡང་ང་ཚོས་མཐོང་ཚོར་དཔེ་མཚོན་དུ་གཟུང་བའི་སྒོ་ནས། ང་ཚོའི་ལུས་ཀྱི་ཆ་ཤས་གང་གིས

help us see? Which parts of our nervous system are involved in sight?

To do this, let's start with a British version of a famous Indian story about blind men trying to figure out what an elephant is:

THE BLIND MEN AND THE ELEPHANT

John Godfrey Saxe

It was six men of Indostan
To learning much inclined,
Who went to see the Elephant
(Though all of them were blind),
That each by observation
Might satisfy his mind.

The First approach'd the Elephant,
And happening to fall
Against his broad and sturdy side,
At once began to bawl:
"God bless me! but the Elephant
Is very like a wall!"

The Second, feeling of the tusk,
Cried, "Ho! what have we here
So very round and smooth and sharp?
To me 'tis mighty clear
This wonder of an Elephant
Is very like a spear!"

The Third approached the animal,
And happening to take
The squirming trunk within his hands,
Thus boldly up and spake:
"I see," quoth he, "the Elephant
Is very like a snake!"

The Fourth reached out his eager hand,
And felt about the knee.
"What most this wondrous beast is like
Is mighty plain," quoth he,
"'Tis clear enough the Elephant
Is very like a tree!"

The Fifth, who chanced to touch the ear,
Said: "E'en the blindest man
Can tell what this resembles most;
Deny the fact who can,
This marvel of an Elephant
Is very like a fan!"

The Sixth no sooner had begun
About the beast to grope,
Then, seizing on the swinging tail
That fell within his scope,
"I see," quoth he, "the Elephant
Is very like a rope!"
And so these men of Indostan
Disputed loud and long,
Each in his own opinion
Exceeding stiff and strong,
Though each was partly in the right,
And all were in the wrong!

MORAL:
So oft in theologic wars,
The disputants, I ween,
Rail on in utter ignorance
Of what each other mean,
And prate about an Elephant
Not one of them has seen!

Do different parts of our body, analogous to these men and the elephant, help us simply see, versus helping us understand what we see? How do we integrate all the pieces of what we see and make meaning of them? That is, how do we sum up, interpret, and evaluate all the information we sense so that we don't miss the whole picture like the 'men from Indostan' do in the poem?

ང་ཚོར་ཡུལ་མཐོང་བར་རམ་འདེགས་བྱེད་དམ་ཞེས་པ་དང་། ང་ཚོའི་དབང་རྩ་མ་ལག་གི་ཆ་ཤས་གང་ཞིག་མཐོང་ཤེས་དང་འབྲེལ་བ་ཡོད་དམ་ལྟ་བུའི་དྲི་བར་དཔྱད་པ་བྱའོ།།

དེའི་ཆེད་དུ་ང་ཚོས་དམུས་ལོང་དག་གིས་ཅི་ཞིག་ནི་གླང་ཆེན་ཡིན་མིན་འཚོལ་རྟོག་བྱེད་པའི་རྒྱ་གར་གྱི་གཏམ་རྒྱུད་གྲགས་ཅན་དེ་བརྗོད་བྱར་བྱེད་པའི་དབྱིན་ཇིའི་སྙན་རྩོམ་ཞིག་གི་རྗེས་སུ་འབྲང་ན་འདི་ལྟར།

དམུས་ལོང་དག་དང་གླང་ཆེན།

ཛོན་གོཌ་ཕྲི་རི་སེཀ་སི།

རྒྱ་གར་ཡུལ་གྱི་མི་དྲུག་སྟེ།།
ཤེས་པར་འདོད་པའི་བློས་རིངས་ནས།།
གླང་ཆེན་བལྟ་བར་ཐམས་ཅད་ཆས།།
དེ་ཀུན་དམུས་ལོང་ཡིན་མོད་ཀྱང་།།
རེ་རེས་རང་གི་བརྟག་པ་ལས།།
ཡིད་ནི་ཚིམས་པར་འགྱུར་བར་རེ།།

དང་པོས་གླང་ཆེན་ཕྱོགས་སུ་བསྐྱོད།།
འཁྲིལ་བའི་སྐབས་ཀྱིས་དེ་ཡི་མོད།།
མཁྲེགས་པའི་ལུས་ཀྱི་ངོས་ལ་རེག
དེ་མ་ཉིད་དུ་འདི་སྐད་དུ།།
ཨ་ཙ་མ་ན་གླང་ཆེན་ནི།།
གྱང་གི་ལོགས་དང་ཅིས་ཀྱང་འདྲ།།

གཉིས་པས་མཆེ་བར་རེག་བཞིན་དུ།།
ལྷོས་དང་འདི་ནུ་ཅི་ཞིག་གདའ།།
ཅི་འདྲའི་ཟླུམ་ཞིང་རྣོ་ལ་འཇམ།།
ཞེས་པའི་མཚར་གཏམ་དབང་མེད་ཐལ།།
ཡ་མཚན་གླང་ཆེན་མདུང་དང་མཚུངས།།
ཁོ་བོ་ལ་ནི་ཧ་ཅང་གསལ།།

གསུམ་པས་གླང་ཆེན་ཕྱོགས་སུ་བསྐྱོད། །
སྟེས་ཀྱིས་ལག་པར་གླང་ཆེན་གྱི།།
འགྱུལ་ཞིང་ཁྱུག་པའི་སྣ་ཐེབས།།
སྙེམས་པའི་སྐབས་ཀྱིས་འདི་སྐད་དུ།།
གླང་ཆེན་ཞེས་བྱ་སྦྲུལ་དང་ནི།།
ཧ་ཅང་འདྲ་བར་ཁོ་བོས་ཤེས།།

བཞི་པས་མཚར་བཞིན་ལག་བརྐྱངས་པས།།
པུས་མོའི་ངོས་ལ་རེག་པར་གྱུར།།
ཡ་མཚན་སེམས་ཅན་འདི་ཉིད་ཀོ།
ཅི་འདྲའི་སྦྲོས་མེད་ཅིག་འདུག་སྟེ།།
གླང་ཆེན་ཞེས་ནི་བྱ་བ་འདི།།
སྡོང་ཀང་དང་ནི་མཚུངས་སོ་ཟེར།།

ལྔ་པས་སྟེས་ཀྱིས་རྣ་བར་རེག །
དམུས་ལོང་བས་ཀྱང་དམུས་ལོང་གིས།།
འདི་ཉིད་བདེ་བར་ཤེས་ནུས་སྨམ།།
དེས་ན་གླང་ཆེན་ཞེས་བྱ་བའི།།
མཚར་པོ་འདི་ནི་རླུང་གཡབ་བཞིན།།
ཡིན་པ་སུས་ཡིས་དགག་པར་ནུས།།

དྲུག་པས་ཞུལ་བར་བརྩམས་ཉིད་དུ།།
དཔྱང་འཕྱུལ་གཡོ་བའི་རྫ་མ་ནི།།
ལག་པར་ཐེབས་ཤིང་གང་མཚམས་བར།།
ཕུར་ཞིང་ཞུག་མཐར་འདི་སྐད་དུ།།
གླང་ཆེན་ཞེས་ནི་བྱ་བ་འདི།།
ཐག་པ་འདྲ་བར་ཁོ་བོས་ཤེས།།

དེ་ལྟར་རྒྱ་གར་མི་འདི་རྣམས།།
རང་རང་གྲུབ་པའི་མཐའ་དག་ལ།།
ཧ་ཅང་དམ་པོར་གནས་བཞིན་དུ།།
རིང་པོའི་བར་དུ་དྲག་ཏུ་རྩོད།།
ཕྱོགས་ཙམ་བདེན་པ་ཀུན་མཉམ་ཡང་།།
སྤྱིར་ན་ཐམས་ཅད་ནོངས་པར་གྱུར།།

ངེས་དོན་གྱི་བརྗོད་བྱ།
དེ་བཞིན་ཆོས་ལུགས་རྩོད་པའི་ནང་།།
ཞུགས་རྣམས་ཕོ་བོའི་སྐད་ཆོད་དུ།།
མ་རིག་མུན་གླིང་སྟུག་པོའི་ཁྲོད།།
ཕན་ཚུན་དམ་བཅའ་མ་ལོན་ཞིང་།།
སུས་ཀྱང་མ་མཐོང་གླང་ཆེན་སྐོར།།
བབ་ཅོལ་ཁོ་ནས་དུས་འདའ་འོ།།

གོང་གསལ་གླང་ཆེན་དང་དམུས་ལོང་དེ་དག་དང་མཚུངས་པར་ང་ཚོའི་ལུས་ཀྱི་ཆ་ཤས་སྣ་ཚོགས་པ་དག་གིས་ང་ཚོར་ཡུལ་མཐོང་ཙམ་ལ་རམ་འདེགས་བྱེད་དམ། ཡང་ན་ང་ཚོས་གང་མཐོང་བ་དེ་ང་ཚོས་ཉམས་ཚོད་པར་ཡང་རམ་འདེགས་བྱེད། ང་ཚོས་གང་མཐོང་བའི་དུམ་བུ་དེ་ཀུན་ང་ཚོས་ཇི་ལྟར་གྱུང་བསྒྲིགས་པ་ལས་མཐར་གནས་ལུགས་ཤིག་ལ་སོན་ནུས་སམ། དེ་ནི་ང་ཚོས་གང་ཚོར་ཞིང་མྱོང་བའི་གནས་ཚུལ་དེ་ཀུན་ལ་ཕྱོགས་སྟོམ་རྒྱག་པ་དང་། གློག་འཕྲུལ་བྱེད་པ། གོ་ཐང་བརྩི་བ་བཅས་བྱས་ཏེ་སྙན་རྩོམ་དེའི་ནང་གི་རྒྱ་གར་བ་དྲུག་པོ་ལྟ་བུ་མིན་པར་ཕྱོགས་སྡོམ་གྱི་གནས་ཚུལ་དེ་མ་འཁྱུག་པ་བྱ་རྒྱུ་ལ་ཟེར་བ་རེད།

FUNCTIONAL NEUROANATOMY I: PATHS INTO THE PROBLEM

How do we figure out which parts of our bodies are responsible for which functions—a question addressed in an area of study called **functional neuroanatomy**? We hinted at one way into this question in the cases of Phineas Gage and Tan mentioned above. The following stories—focusing especially on vision, but relevant to any brain functions— should help you begin to answer the question. For each story, consider what information is suggested about function, and how you would test to see if indeed that information is correct.

1

Recently, my father went to the eye doctor. When driving at night, he was having trouble seeing road signs clearly. Unfortunately, my dad was diagnosed with two problems, glaucoma and cataracts. Glaucoma is due to insufficient drainage of the fluid in the eye. Cataracts are caused by clouding of the eyes' lenses; half of us will have cataracts by the time we're 80 years old. Fortunately, glaucoma can be slowed, if not cured, and cataracts can be surgically removed. Two years after his initial diagnosis, my dad is doing much better, although he still doesn't drive at night.

2

In the early 1960's a young man visited the offices of two French physicians, Drs. Hécaen and Angelergues (for details see http://archneur.ama-assn.org/cgi/content/summary/7/2/92). The young man reported that he could no longer recognize people, even his own brother. He couldn't tell the difference between his niece and his sister-in-law, when they were sitting on the couch next to each other. He said he had taken to recognizing people by the clothes they tended to wear or how they walked rather than by their faces. The physicians found that the man could see fine; however, they also discovered that the man had a tumor located in a part of his brain called the parietotemporal-occipital region (more on this later).

3

In a famous case described by the neurologist Oliver Sacks in *The Man Who Mistook His Wife for a Hat* (Simon & Schuster, 1985), the man referred to in the book's title, despite the fact that his eyes were working fine, went to retrieve his hat to leave an appointment with Dr. Sacks, but instead of reaching for his hat, reached for his wife's head! This man also had a brain tumor.

བྱེད་ལས་ལ་དམིགས་འཛུགས་པའི་དབང་རྩའི་ཕུང་གནས་རིག་པ་དང་འབྲེལ་བའི་གནས་དོན་དང་པོ། དཀའ་ཁག་ངོས་ཟིན་པའི་ཐབས་ལམ།

ང་ཚོའི་ལུས་ཀྱི་ཆ་ཤས་གང་གིས་བྱེད་ལས་གང་ཞིག་ཐེག་མི་ཐེག་དེ་ང་ཚོས་ཇི་ལྟར་ཤེས་ནུས་སམ། དྲི་བ་འདིའི་ལན་ནི་བྱེད་ལས་ལ་དམིགས་འཛུགས་པའི་དབང་རྩའི་ཕུང་གནས་རིག་པ་ཞེས་པའི་རིག་པའི་སྡེ་ཚན་དེ་ནས་རྙེད་ཐུབ། གོང་དུ་གླེང་བའི་ཕི་ནི་ཨསི་གྷེཇ་དང་ཊན་གཉིས་ཀྱི་གནས་སྟངས་བརྒྱུད་ང་ཚོས་དྲི་བ་དེར་གདབ་རུང་བའི་ལན་ཞིག་གི་སྣེ་སྟོན་བྱས་ཡོད་ལ། དེ་བཞིན་དུ་གཤམ་གསལ་བྱུང་བ་དག་(འདི་དག་དངོས་སུ་མཐོང་ཚོར་དང་འབྲེལ་ཡང་། འདིའི་གནས་དོན་རྣམས་གླད་པའི་བྱེད་ལས་ཀུན་ལ་རིགས་འགྲེ་རུང་བ་ཡིན།)ལས་ཀྱང་དྲི་བ་འདིར་ལན་འདེབས་བྱེད་རྒྱུར་ཁྱེད་ལ་རམ་འདེགས་འཐོབ་སྲིད། བྱུང་བ་འདི་དག་རེ་རེའི་ནང་གླད་པའི་བྱེད་ལས་དང་འབྲེལ་བའི་དོན་གནས་གང་ཞིག་སྣེ་སྟོན་བྱས་ཡོད་མེད་ཁྱེད་ཀྱིས་ཤེས་པར་བྱོས་ལ། དེ་ནས་དེ་དག་བདེན་པ་ཡིན་མིན་བརྟག་པའི་ཕྱོགས་སུ་ཁྱེད་ཀྱིས་དངོས་བཤེར་རྩད་གཅོད་ཇི་ལྟར་བྱེད་མིན་ཐད་ལའང་བསམ་གཞིག་བྱེད་དགོས།

༡༽

ཉེ་ལམ་ངེད་ཀྱི་ཕ་རྒན་མིག་གི་ཨེམ་མཆི་ཞིག་བརྟེན་དུ་བསྐྱོད་ཅིང་། ཁོང་ལ་དགོང་མོ་ཐ་སྣང་ལས་འཁོར་གཏོང་སྐབས་ལམ་རྟགས་རྣམས་གསལ་པོར་མི་མཐོང་བའི་དཀའ་ངལ་འཕྲད་ཀྱིན་ཡོད་འདུག བློ་ཕམ་པ་ཞིག་ལ་སྨན་བརྟག་དེའི་སྐབས་ཁོང་ལ་ནང་འགྲིབ་དང་བར་འགྲིབ་ཀྱི་ནད་གཞི་གཉིས་ཐོག་ཡོད་པ་ཤེས་རྟོགས་བྱུང་བ་རེད། དེ་ལ་ནང་འགྲིབ་ནི་མིག་ནང་གི་ཧྲན་ཆུ་རན་འཚམ་གྱི་ཚད་དུ་ཕྱིར་འདོན་མི་ཐུབ་པའི་མིག་ནད་ཅིག་ཡིན་པ་དང་། བར་འགྲིབ་ནི་མིག་གི་དྭངས་གཟུགས་བསྒྲིབས་པ་ལས་བྱུང་བའི་མིག་ནད་ཅིག་ཡིན་ཅིང་། མིའི་རིགས་ཀྱི་བརྒྱ་ཆ་ལྔ་བཅུ་ཙམ་ལོ་ན་ ༨༠ ཟིན་ཟིན་དུ་བར་འགྲིབ་ཀྱི་ནད་གཞི་ཐོག་རྒྱུ་ངེས་པ་རེད། སྐབས་ལེགས་པ་ཞིག་ལ། ནང་འགྲིབ་ཀྱི་མིག་ནད་ཐད་དེ་བཅོས་མི་ཐུབ་ནའང་དེའི་འཕེལ་འགྲོས་བུལ་དུ་གཏོང་ཐུབ་ལ། ཡང་བར་འགྲིབ་ནི་གཤག་བཅོས་ཀྱི་ལམ་ནས་སེལ་ཐུབ་ཀྱི་ཡོད། ཐོག་མའི་སྨན་བརྟག་དེ་ནས་བཟུང་ད་ཕན་ལོ་ངོ་གཉིས་ཙམ་སོང་བའི་མཚམས་འདིར་ངེད་ཀྱི་ཕ་རྒན་ད་དུང་དགོང་མོར་ཐ་སྣང་འཁོར་གཏོང་མི་ཐུབ་རུང་། དེ་སྔོན་དང་བསྡུར་ན་ཁོང་གི་ད་ལྟའི་གནས་སྟངས་ཏ་ཅང་ལེགས་པ་ཡོད།

༢༽

སྤྱི་ལོ་ ༡༩༧༠ ཐམ་པའི་ལོ་རབས་ཀྱི་འགོ་སྟོད་ཙམ་ལ་མི་གཞོན་པ་ཞིག་ཧེ་ཀན་དང་ཨེན་ཇི་ལེར་གྷེསི་ཟེར་བའི་ཕྲ་རན་སི་མི་རིགས་ཀྱི་ཨེམ་མཆི་གཉིས་པོ་དེའི་ལས་ཁུངས་སུ་བཅར་ཅིང་། (ཞིབ་ཕྲ་ཤེས་འདོད་ན་དྲ་ཐག་འདིར་ལྟོས། http://archneur.ama-assn.org/cgi/content/summary/7/2/92) མི་གཞོན་པ་དེས་སྐབས་དེ་དག་ཏུ་རང་གི་སྤྱན་མཆེད་ཐེ་བའི་རོགས་པ་རྣམས་ངོས་ཟིན་མི་ཐུབ་ཀྱི་ཟེར། མ་ཟད་སྐབས་ཤིག་ལ་གདན་ཁྲི་གཅིག་གི་སྟེང་ཁོ་རང་གི་ཚ་མོ་དང་བུ་སྤུན་གྱི་བླ་མོ་གཉིས་ལྷན་ཅིག་ཏུ་བསྡད་པའི་སར་ཁོས་བུ་མོ་དེ་གཉིས་ཀྱི་རྣམ་དབྱེ་འབྱེད་ཐུབ་མེད། གཞན་ཡང་ཁོང་གིས། ད་ནི་ངེད་ཀྱིས་མིའི་ངོ་གདོང་ནས་ངོ་ཤེས་རྒྱུའི་ཚབ་ཏུ་ཁོ་པ་ཚོའི་སྐྲ་རྒྱུན་གྱི་གྱོན་གོས་དང་འགྲོ་སྟངས་ལ་བརྟེན་ནས་ངོ་རྟགས་གཅོད་དགོས་ཀྱི་འདུག་ཟེར། ཨེམ་མཆི་དེ་དག་གིས་ཀྱང་ཁོས་མི་གཞན་དག་དངོས་འབྲེལ་དུ་མཐོང་གི་ཡོད་པ་ཤེས་ཡོད། འོན་ཀྱང་ཁོང་ཚོས་མི་དེའི་གླད་པའི་གཙུག་སྨུར་མཚམས་དང་ལྟག་པ་སྦྲེལ་བའི་ས་ཁུལ་(འདི་སྐོར་རྒྱས་པ་འོག་ཏུ་གསལ་)ཟེར་བ་དེར་སྐྲན་ཞིག་ཆགས་པ་རྙེད་ཡོད།

༣༽

(སཡི་མོན་དང་ཤུསི་ཊར་པར་ཁང་ནས་ཕྱི་ལོ་༡༩༩༥ ལོར་ དཔར་དུ་བཏབ་པ་)*རང་གི་ཆུང་མ་ཞྭ་ཞིག་ཏུ་འཁྲུལ་བའི་མི་བུ*ཞེས་པའི་མིང་བྱང་ཅན་གྱི་རང་གི་རྩོམ་དེབ་དེའི་ནང་དབང་རྩའི་སྨན་པ་ཨོ་ལི་ཕར་སེཀསི་ཡིས་གྲགས་ཆེ་བའི་བྱུང་བ་ཞིག་གླེང་ཡོད་པ་ནི། བརྩམས་དེབ་ཀྱི་ཁ་བྱང་དུ་གསལ་བའི་མི་དེས་སྨན་པ་ཁོང་བརྟེན་གཏུགས་བྱས་པའི་རྗེས་རང་གི་ཞྭ་མོ་བླང་དུ་ཕྱིན་པ་ན། རང་གི་མིག་བདེ་ཐང་ཡིན་བཞིན་དུ་མི་དེས་ཞྭ་མོའི་ཚབ་ཏུ་ནན་གྱིས་རང་གི་ཆུང་མའི་མགོ་བོ་གཟུང་དུ་ཕྱིན་པ་དེ་རེད། མི་དེའི་གླད་པའི་ནང་དུའང་སྐྲན་ཆགས་པ་ཤེས་ཡོད།

4

German scientists published a study in the *Journal of Human Genetics* (2007) looking at students at Banaras Hindu University in Varanasi, India. The scientists identified one student who reported the inability to recognize faces; intriguingly, in this case, several other members of her family reported having the same face-recognition problem.

5

In a 2008 paper from The Vision Center at Children's Hospital Los Angeles, in California, two scientists report that a major cause of children born blind—a disease called optic nerve hypoplasia, which results in a malformed nerve important for vision—often occurs together with developmental impairment or other brain dysfunctions. These researchers also found that this disease could be treated with therapies that intervene early to increase the chances of preventing blindness.

6

James Bainbridge and his colleagues, in a breakthrough study, attempted to help children with a different inherited disease that causes blindness, Leber's congenital amaurosis. This disease results from a mutation in a protein that resides in the retina of the eye. Amazingly, Bainbridge was able to restore some visual function in children with the disease by supplying to their retinas a 'good' non-mutant form of the gene encoding the retinal protein.

7

Due to an injury to the occipital lobe of his brain late in life, the painter Jonathan I., in a case described by Oliver Sacks and Robert Wasserman, lost his ability to see color. At first, Jonathan I.'s colorblindness, and the resulting grayness of people, food, and life practically drove him mad, but gradually he came to terms with his life, vision, and painting—now he is a color-blind artist.

8

In other studies, when scientists analyzed families with inherited color-blindness, they found six different DNA sequence mutations in one particular gene (for details see http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10958649). This gene encodes a protein in the retina that is part of a photoreceptor, a 'receiver of light'.

*****

What conclusions can you draw about vision from these stories? You may want to consider our discussion of genetics in Life Sciences Primer II. What logic did you use to draw your conclusions?

༤༽

མིའི་རིགས་རྫས་སྒྲོར་གྱི་དུས་དེབ(༢༠༠༧ ལོའི་འདོན་ཐེངས་)ནང་བཀོད་པའི་ཞིབ་འཇུག་ཟིན་ཐོ་ཞིག་ནང་ཊར་མན་གྱི་ཚན་རིག་པ་ཁག་ཅིག་གིས་རྒྱ་གར་ལྷོ་རྣ་ཊ་ཀ་སེར་རྟེན་གཞི་བྱས་པའི་བ་ནྡ་རསི་ཧིན་དྷུ་གཙུག་ལག་སློབ་གཉེར་ཁང་གི་སློབ་ཕྲུག་ཚོའི་སྙིང་ཤེས་རྟོགས་བྱུང་བའི་གནས་དོན་ཁག་ཅིག་བཀོད་ཡོད། སློབ་ཕྲུག་དེ་དག་ཁྲོད་གཅིག་གིས་མིའི་གདོང་ཁ་ངོ་ཆོད་མི་ཐུབ་ཚུལ་དང་། དེར་མ་ཟད་ཡ་མཚན་པ་ཞིག་ལ་སློབ་ཕྲུག་དེའི་ནང་མི་སྤུན་མཆེད་གཞན་མང་དག་ཅིག་ལའང་གདོང་ངོ་མི་ཆོད་པའི་དཀའ་ངལ་གཅིག་གྱུར་ཡོད་ཚུལ་གསལ་ཡོད།

༥༽

ཨ་རིའི་ཀེ་ལི་ཕོར་ནི་ཡ་མངའ་སྡེར་རྟེན་གཞི་བྱས་པའི་ལོསི་ཨེན་ཇེ་ལེསི་གྲོང་འཁྱེར་བྱིས་པའི་སྨན་ཁང་ཞེས་པའི་སྨན་ཁང་དེའི་མཐོང་ཚོར་སྡེ་ཚན་ནས་འདོན་སྤེལ་བྱས་པའི་ ༢༠༠༩ ལོའི་སྙན་ཐོ་ཞིག་གི་ནང་གནས་ཚུལ་སྟོན་པ་ལྟར་ན། སྐྱེས་ཙམ་ནས་ལོང་བ་ཡིན་པའི་བྱིས་པར་ཕོག་པའི་ལོང་སྐྱོན་གྱི་རིགས་གང་ལ་མིག་རྩ་འཕེལ་སྐྱོན་དུ་འབོད་པའི་ནད་གཞི་དེ་གཙོ་ཆེར་འཚར་ལོངས་ཀྱི་ཉམས་སྐྱོན་ནམ། ཡང་ན་ཀླད་པའི་བྱེད་ལས་དང་འབྲེལ་བའི་ཉམས་སྐྱོན་གཞན་དག་དང་སྦྲེལ་ནས་འབྱུང་གིན་ཡོད་པར་ཚན་རིག་པ་གཉིས་ཀྱིས་བརྗོད་ཡོད། ནད་གཞི་དེ་ཕོག་པའི་དབང་གིས་མཐོང་ཚོར་དང་འབྲེལ་བའི་དབང་རྩ་འགགས་ཆེན་ཞིག་གི་འཚར་ལོངས་ཚུལ་མཐུན་བྱེད་ཐུབ་ཀྱི་མེད། དེ་ལྟར་ནའང་ནད་གཞི་འདིར་སྤྱི་ཁྱུགས་སྨན་བཅོས་ཐབས་ལམ་རིགས་བསྟེན་ན་ལོང་སྐྱོན་འགོག་པའི་རེ་བ་མཐོར་འདེགས་གཏོང་ཚུལ་ཞིབ་འཇུག་པ་དག་གིས་ཤེས་ཡོད།

༦༽

ལྷབས་ཆེ་བའི་དཔྱེ་ཞིབ་ཅིག་བརྒྱུད་རྗེ་མ་སི་སྟེན་སྦི་རིཊ་དང་ཕོང་གི་ལས་རོགས་དག་གིས། སྐྱེས་ཐོབ་ཀྱི་ལོང་སྐྱོན་འཛིན་པའི་རྒྱུད་འདེད་ནད་གཞིའི་རིགས་གཞན་པ་སྟེ། ལི་སྦར་གྱི་ཁོག་ཁར་ནད་གཞི་ཞེས་སུ་འབོད་པ་དེས་ཟིན་པའི་ཕྲུ་གུ་རྣམས་ལ་སྨན་བཅོས་ཀྱི་རམ་འདེགས་བྱས་ཡོད། ནད་གཞི་འདི་ནི་མིག་གི་དྲ་སྐྱིའི་སྦུག་ཏུ་འཁོད་པའི་སྦྲི་རྫས་ཤིག་ལ་ཐེབས་པའི་འགྱུར་བག་ལས་འབྱུང་གི་ཡོད། ངོ་མཚར་བ་ཞིག་ལ། འགྱུར་བག་གིས་མ་འགོས་ཤིང་འགྲོས་གཙང་རང་བཞིན་གྱི་རིགས་རྫས་གང་གིས་དྲ་སྐྱིའི་སྦྲི་རྫས་བཟ་སྒྲིག་བྱེད་ཐུབ་པ་དེ་འདྲ་ཞིག་ནད་གཞི་འདིས་ཟིན་པའི་ཕྲུ་གུའི་དྲ་སྐྱིའི་ཁྲོལ་དུ་བཏབ་པའི་སྒོ་ནས་སྟེན་སྦི་རིཊ་གྱིས་ཕྲུ་གུ་དེ་ཚོའི་མཐོང་ཚོར་གྱི་ནུས་པ་འགའ་ཞིག་སོར་ཆུད་ཐུབ་པ་བྱུང་ཡོད།

༧༽

ཚོན་འབྲི་བ་ཇོ་ན་ཐན་ཨའི་ཞེས་པ་ཁོང་ཆེ་སྨད་དུ་ཀླད་པའི་ལྷག་པའི་འདབ་མར་ཉམས་སྐྱོན་ཕོག་པའི་དབང་གིས་དཀར་ནག་ཚོན་མདངས་ཀྱི་རིགས་གང་ཡང་མཐོང་མི་ཐུབ་པར་གྱུར། བྱུང་བ་འདི་ནི་ཨོ་ལི་ཕར་སེཀསི་དང་རོ་སྦར་ཊ་ཕ་སར་མེན་གཉིས་ཀྱིས་བསྒྲིགས་པའི་འགྲེལ་བརྗོད་ཡིག་ཆ་ནང་རྒྱས་པར་གསལ་ཡོད། དང་ཐོག་ཚོན་མདོག་ལོང་ནད་ཕོག་པ་དང་། དེ་རྗེས་རིམ་གྱིས་མི་དང་ཟ་ཆས་དང་ཆེ་སྲོག་གི་རྣམ་པ་རྣམས་སྐྱ་མདོག་ཅན་དུ་མཐོང་རྒྱུར་འགོ་ཚུགས་པ་དེས་ཐོག་མར་ཇོ་ན་ཐན་ཨའི་ཁོང་ཉིད་རང་ཚུགས་མི་ཐུབ་པའི་སྐྱོན་པ་ལྟ་བུར་བཟོས། འོན་ཀྱང་རིམ་གྱིས་ཁོང་ཉིད་རང་གི་ཉིན་རེའི་འཚོ་བ་དང་། མཐོང་ཚོར་གྱི་གནས་བབ། ཚོན་འབྲི་བའི་བྱ་བ་དང་འབྲེལ་བའི་བཟློག་མེད་ཀྱི་དངོས་ཡོད་གནས་སྟངས་ངོས་ལེན་བྱེད་འགོ་ཚུགས་ཏེ་ད་ཆ་ཚོན་མདོག་ལོང་ནད་ཡོད་བཞིན་དུ་ཚོན་འབྲི་བའི་འཚོ་བ་རོལ་བཞིན་ཡོད།

༨༽

དཔྱེ་ཞིབ་ཀྱི་ལས་རིམ་གཞན་ཞིག་ནང་ཚན་རིག་པ་རྣམས་ཀྱིས་མི་རྒྱུད་ནས་ཚོན་མདོག་ལོང་ནད་ཕོག་པའི་ཁྱིམ་ཚང་དག་ལ་ཞིབ་དཔྱོད་བྱེད་སྐབས། རིགས་རྫས་ངེས་བཟུང་ཞིག་ནང་གི་ཉེ་ཨེན་ཨེའི་འཁོད་རིམ་ལ་ཐེབས་པའི་འགྱུར་བག་མི་འདྲ་བ་དྲུག་རྙེད་ཡོད། (ཞིབ་ཕྲ་ཤེས་འདོད་ན་དྲ་ཚིགས་འདིར་ཕེབས། http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10958649) སྤྱིར་ན་རིགས་རྫས་འདིས་'འོད་ལེན་མཁན་གྱི་''འོད་ལེན་ཕྲ་ཕུང་ཞིག་གི་ཆ་ཤས་སུ་གྱུར་པའི་སྦྲི་རྫས་གང་ཞིག་དྲ་སྐྱིར་འཁོད་པ་ཞིག་གི་བཟ་སྒྲིག་བྱེད་ཀྱི་ཡོད།

*****

གོང་གསལ་བྱུང་བ་འདི་དག་ཐོས་རྗེས་ཁྱེད་ཀྱིས་མཐོང་ཚོར་དང་འབྲེལ་བའི་སྟོམ་ཚིག་ཅི་འདྲ་ཞིག་རྒྱག་འོས་སམ། སྐབས་འདིར་ཆེ་སྲོག་ཚན་རིག་གི་སྟོན་འགྲོའི་སློབ་དེབ་གཉིས་པར་གསལ་བའི་གྲོས་སྟུར་དག་ལ་ཁྱེད་ཉིད་བསམ་གཞིག་བྱེད་འདོད་པ་ཡང་སྲིད། སྟོམ་ཚིག་དེ་འདྲ་ཞིག་བརྒྱབ་པར་ཁྱོད་ལ་སྒྲུབ་བྱེད་ཀྱི་རིགས་པ་ཅི་ཞིག་ཡོད་དམ།

Generally speaking, a change in a physiological structure (whether caused by genes inherited at birth, disease like cancer, or physical damage from the external environment) is related to the behavioral or sensory change. As we noted above in our discussion of the history of neuroscience, once scientists started to see connections between damage or disease of the nervous system and changes in sensory and behavioral function, it became clear that one was probably causing the other.

Thus, we can discover *how things work normally* in a given process by observing *what specifically has gone wrong when that phenomenon does not occur normally.* In Story 1 about my father, we learn—not surprisingly—that the eye, especially the lens and the fluid below it, is important for vision. From that story, it is evident that the clarity of the lens and the amount and pressure of the fluid are critical for normal vision. Story 6 tells us a part of the eye called the retina is also vital for vision, because when just one protein in the retina is mutant, the result is children who are blind.

Stories 2 and 3—about people who can see fine but have trouble recognizing other people's faces—suggest the addition of two new elements to our story of what parts are necessary for us to see and how those parts function:

> More is necessary for vision, or at least the interpretation of what we're seeing, than just the eyes. The brain is also involved, because when the brain is damaged in a particular area, people cannot recognize others, even though the people with this disease, known as prosopagnosia, have no other deficits.
>
> These two stories and the color-blindness stories 7 and 8 tell us that, although the eye and parts of the brain must integrate the many processes that go on to allow vision, many of these processes are also confined to discrete regions in the brain. Cancer or other damage to a specific part of the parietotemporal-occipital region of the brain results only in prosopagnosia. Damage to another discrete part of the brain results in color-blindess.

You can imagine there would be significant evolutionary pressure for the ability to recognize human faces (due to the extremely social nature of our species) and to see in color (due to the need to differentiate food, predators, and other organisms).

སྦྱིར་བཏང་ནས་བཤད་ན། ལུས་ཁམས་ཀྱི་ཆགས་བཀོད་ལ་འགྱུར་བ་(རིགས་རྫས་ཀྱིས་བསླངས་ཤིང་བཙའ་དུས་ཉིད་ནས་ཡོད་པའི་འགྱུར་བག་གམ། ཡང་ན་སྐྲན་ལྷ་བུའི་ནད། ཡང་ན་ཕྱིའི་ཕོར་ཡུག་ལ་བརྟེན་ནས་ལུས་ལ་ཕོག་པའི་བརྡབ་སྐྱོན་ལྟ་བུ་)ཅི་འདྲ་ཞིག་བྱུང་ཡང་། དེ་ནི་གཤིས་སྤྱོད་དམ། ཡང་ན་དབང་ཚོར་ལ་ཐེབས་པའི་འགྱུར་བ་དང་འབྲེལ་བ་ཡོད། གོང་དུ་དབང་རྩ་ཚན་རིག་གི་བྱུང་རབས་དང་འབྲེལ་བའི་གླེང་སྟངས་སྐོར་ང་ཚོས་མཐོང་བ་བཞིན། དབང་རྩ་མ་ལག་གི་སྐྱོན་ཆག་གམ། དབང་རྩ་མ་ལག་གི་ནད་གཞི་དེ་དག་ཕྱོགས་གཅིག་ཏུ་བཞག་ནས། དེ་དག་དང་གཤིས་སྤྱོད་སྦྲེལ་བའི་བྱེད་ལས་སམ། ཡང་ན་དེ་དག་དང་དབང་ཚོར་ལ་ཕོག་པའི་འགྱུར་བ་དག་གི་དབར་འབྲེལ་བ་ཡོད་པ་ཚན་རིག་པས་ཤེས་འགོ་བརྩམས་པ་ཉིད་ནས། ཕྱོགས་དེ་གཉིས་པོ་ཕལ་ཆེར་ནང་ཕན་ཚུན་སྐྱིད་རེས་བྱེད་ཀྱིན་པ་དེ་གསལ་པོ་ཆགས་ཡོད།

དེས་ན་ང་ཚོས་བྱེད་རིམ་ངེས་ཅན་ཞིག་གི་ཆ་ལག་རྣམས་*རྒྱུན་དུ་རང་གི་ལས་ལ་འཇུག་ཚུལ་ཇི་ལྟར་ཡིན་མིན་*འཚོལ་རྟོགས་བྱེད་ཚུལ་ནི། བྱེད་རིམ་དེ་ཉིད་*ནམ་ཞིག་རྒྱུན་ལྡན་ལྟར་ལས་ལ་མི་འཇུག་པའི་སྐབས་དག་ཏུ་དེའི་ཆ་ལག་གང་ཞིག་ཉེ་ཏོགས་ཡོད་མེད་རྟོག་ཞིབ་བྱ་རྒྱུ་དེ་རེད།* དཔེར་ན། ངེད་ཀྱི་ཕ་རྒན་སྔོར་གྱི་གོང་གསལ་བྱུང་བ་དང་པོ་དེ་བརྒྱུད་ང་ཚོས་སྦྱིར་ན་མིག་དང་། ཅེ་ཐག་ཏུ་དྭངས་གཟུགས་དང་དེའི་མཐེལ་གྱི་གཤེར་ཁུ་རྣམས་མཐོང་ཚོར་གྱི་བྱ་བར་གལ་གནད་ཆེན་པོ་ཡིན་པ་ཤེས་ཡོད་ལ། དེ་ནི་ངོ་མཚར་སྐྱེ་དགོས་པ་ཞིག་ཀྱང་མིན། མཐོང་ཚོར་ཚད་ལྡན་ཞིག་སྐྱིད་པར་དྭངས་གཟུགས་ཀྱི་གསལ་ཆ་དང་གཤེར་ཁུའི་འཐོར་ཚད་དང་ཤུགས་གནོན་བཅས་པ་ཅི་འདྲའི་གནད་ཆེ་ཚུལ་ཡང་བྱུང་བ་དེའི་སྟེང་ནས་རང་འགྲོད་བྱུང་ཡོད། བྱུང་བ་དྲུག་པ་དེས་དྲ་སྐྱི་རུ་འབོད་པའི་མིག་གི་ཆ་ཤས་དེ་ཡང་མཐོང་ཚོར་གྱི་རིམ་པར་གནད་ཆེ་ཡིན་པར་བསྟན་པ་ནི། དྲ་སྐྱིའི་ནང་གི་སྤྲི་རྫས་ཁེར་རྐྱང་ཞིག་ལ་རྒྱུན་ལྡན་མིན་པའི་འགྱུར་བག་བྱུང་བ་དེས་ཕྱུ་གུ་རྣམས་མིག་ཞར་བར་བྱེད་པ་དེས་ཤེས་སོ།།

བྱུང་བ་གཉིས་པ་དང་གསུམ་པའི་རིགས་ཏེ། མིག་གིས་སྐྱེ་བོ་གཞན་དག་ལེགས་པར་མཐོང་ཐུབ་ཀྱང་དེ་དག་གི་གདོང་ངོ་མི་ཚོད་པའི་སྐོར་དེས་ནི། ཡུལ་གྱི་དངོས་པོ་མཐོང་བར་ངེས་པར་དུ་མཁོ་བའི་ལུས་ཀྱི་ཆ་ཤས་དག་གང་དང་གང་ཡིན་མིན་དང་། ཆ་ཤས་དེ་དག་ལས་ལ་འཇུག་ཚུལ་ཇི་ལྟར་ཡིན་མིན་ཐད་ཀྱི་ང་ཚོའི་ཤེས་རྒྱར་དོན་གནད་གསར་པ་གཉིས་བསྟན་དགོས་པ་བསྟན་ཡོད་དེ།

> མཐོང་ཚོར་སྐྱེ་བར་རམ། ཡང་ན་མ་མཐར་ཡང་ངེད་ཚོས་གང་ཞིག་མཐོང་བ་དེར་ཀློག་འགྲེལ་བྱེད་པར་ནི་མིག་ཙམ་གྱིས་མི་ཆོག་གི དེའི་སྟེང་དུ་རྐྱེན་གཞན་ལྷག་པོ་ཡང་བསྟན་དགོས་ལ། མ་ཟད་རིམ་པ་དེ་འགྲུབ་པར་ཀླད་པ་ཡང་འབྲེལ་ཏེ། ཀླད་པའི་ཆ་ཁུལ་ངེས་བཟུང་ཞིག་ལ་གནོད་སྐྱོན་ཕོག་པས་ཚད་སྐྱོན་གཞན་གང་ཡང་མེད་ནའང་ནད་པ་དེ་རྣམས་ཀྱིས་སྐྱེ་བོ་གཞན་གྱི་གདོང་ངོ་ཚོད་མི་ཐུབ་པའི་ཕྱིར། ནད་འདི་ལ་ངོ་ཚོད་རྨོངས་ནད་དུ་འབོད་པ་རེད།
>
> བྱུང་བ་འདི་གཉིས་དང་། གཞན་ཡང་ཚོན་མདོག་ལོང་ནད་དང་འབྲེལ་བའི་བྱུང་བ་བདུན་པ་དང་བརྒྱད་པ་བཅས་ཀྱིས་གསལ་སྟོན་བྱེད་པ་ནི། མཐོང་ཚོར་གྱི་བྱེད་རིམ་འགྲུབ་པར་མིག་དང་ཀླད་པའི་ཆ་ཤས་དག་གིས་འབྲེལ་ཡོད་ཀྱི་བྱེད་རིམ་མང་དག་ཅིག་མཉམ་སྦྲེལ་གྱིས་བསྒྲུབ་དགོས་པ་བདེན་ཡང་། བྱེད་རིམ་འདི་དག་ཁྲོད་མང་པོ་ཞིག་ནི་ཀླད་པའི་ས་ཁུལ་ངེས་བཟུང་དག་ཏུ་མཚམས་རྒྱ་བཅད་ནས་འཕོད་ཡོད་པ་དེ་རེད། དེ་ཡང་ཀླད་པའི་གཙུག་མཐུར་མཚམས་དང་ལྷག་པ་སྦྲེལ་བའི་འདབ་མའི་ཆ་ཤས་ངེས་ཅན་ཞིག་ལ་འབྲས་ནད་ཕོག་པའམ་ཡང་ན་གནོད་སྐྱོན་གཞན་ཕོག་པ་ཕོ་ནས་ངོ་ཚོད་རྨོངས་ནད་ཀྱི་ནད་གཞི་སློང་ལ། དེ་བཞིན་དུ་ཀླད་པའི་ཆ་ཤས་ངེས་ཅན་གཞན་ཞིག་ལ་གནོད་སྐྱོན་བཟོས་པས་ཚོན་མདོག་ལོང་ནད་བསྐྱེད་པའི་ཕྱིར།

(མིའི་ཉེ་རིགས་ལ་ཚོགས་སྤྱོད་ཀྱི་རང་གཤིས་ཏ་ཅང་ཤས་ཆེ་ལྡན་པ་དེའི་དབང་གིས་)འཕེལ་འགྱུར་བརྒྱུད་རིམ་ཁྲོད་མི་གཞན་གྱི་གདོང་ངོ་ཚོད་རྒྱུ་དེ་ཅི་འདྲའི་གནད་ཆེ་བར་གྱུར་ཚོག་པའི་ཐད་ཁྱེད་ཀྱིས་ཚོད་དཔག་བྱེད་ཐུབ་ཅིང་། དེ་བཞིན་དུ་(ཟ་ཆས་དང་། ཚེ་སྲོག་གི་གཤེད་མ། སྐྱེ་ལྡན་སྲོག་ཆགས་ཀྱི་རྣམ་པ་གཞན་བཅས་པ་ཕན་ཚུན་རྣམ་དབྱེ་འབྱེད་པའི་དགོས་མཁོ་ལ་བརྟེན་ནས་)ཚོན་མདོག་སྣ་ཚོགས་ངོ་ཚོད་རྒྱུ་དེ་ཡང་ཅི་འདྲའི་གནད་ཆེ་བར་གྱུར་ཚོག་པའི་ཐད་ཁྱེད་ཀྱིས་ཚོད་དཔག་བྱེད་ཐུབ།

Read stories 7 and 8 again. Both involve cases of color-blindness, but how are the cases different? In 7, the painter Jonathan I. is colorblind due to a tumor *in his brain*, but the people in story 8 are colorblind due to a faulty protein *in their eyes*. What does this tell us about vision system parts that are required to see in color, and about the visual system in general? The answer is an important one: not only are both the eyes and brain necessary for vision, but specific visual functions require *both* the organ of vision (the eye) *and* the organ of the interpretation of that vision (the brain). This is true more generally for all human sensory functions—the sensing organ, the brain, and, as we saw in Story 5, the parts that connect the two are all important for proper vision.

Story 5 tells us another part of the nervous system, the optic nerve, is necessary for seeing—because when it isn't formed properly, newborns cannot see—suggesting this nerve is responsible for linking the eye to the brain (which indeed it is).

Stories 4, 6, and 8 tell us that specific genes and the proteins they encode in specific cells—concepts we address in detail in Life Sciences Primer II—carry out the normal functions of the eye and in the brain that process visual information, but that when these proteins are altered by mutations, serious problems can result.

Over the last two centuries, functional neuroanatomists put together stories like these with many, many others. They combined these stories with the studies of evolutionary biologists whose observations, like those reviewed at the start of this primer, can suggest which parts of the body evolved to do what. When these stories and studies suggest a structure/function connection, scientists follow up with experiments to test the idea suggested. Techniques to facilitate such experiments continue to develop at a rapid pace. At first (refer back to Figure 3, 4, and 5), anatomists relied on the powerful technique of simple observation of bodies. Although the practice was disturbing to some and was banned in some societies, scientists began to dissect and draw the insides of the bodies of dead people.

At first scientists and physicians had to wait until a person died to see if what they suspected was wrong with a person was due to a tumor, other disease, or malformation. Was there anything different about a colorblind person's brain or eyes? But gradually, and particularly in the last 50 years, techniques have evolved that allow scientists to look inside people while they are alive and ex-

ཐུང་བ་བདུན་པ་དང་བརྒྱད་པ་གཉིས་ཕྲེད་ཀྱིས་བསྒྱུར་ནས་བརླག་དགོས། གཉིས་ཀ་ཚོན་མདོག་ལོང་ནད་དང་འབྲེལ་ཡང་། དེ་གཉིས་ལ་ནང་གསེས་ཁྱད་པར་འདུག་གམ། ཐུང་བ་བདུན་པའི་ཇོ་ན་ཐན་ཨཡི་ནི་*ཀླད་པར་རྒྱན*ཆགས་པས་ལོ་ཉིད་ཚོན་མདངས་མི་ཤེས་པར་གྱུར་ལ། འོན་ཀྱང་ཐུང་བ་བརྒྱད་པའི་མི་དེ་རྣམས་ནི་ལོང་ཚོའི་*མིག*ནང་སྒྲི་རྫས་སྐྱོན་ཅན་ཞིག་གྲུབ་པས་དེ་ལྟར་གྱུར་པ་རེད། འདིས་མཐོང་ཚོར་མ་ལག་སྤྱི་དང་། བྱེ་བྲག་ཏུ་ཚོན་མདངས་ཤེས་པར་མཁོ་བའི་མཐོང་ཚོར་མ་ལག་གི་ཆ་ཤས་དེ་དག་གི་ཐད་ང་ཚོར་ཅི་ཞིག་འགྲེལ་སྟོན་བྱེད་དམ་ཞེ་ན། འདིའི་ལན་ནི་གནད་ཆེ་སྟེ། མཐོང་ཚོར་འགྲུབ་པར་མིག་དང་ཀླད་པ་*གཉིས་ཀ*མེད་མི་རུང་བ་ཙམ་དུ་མ་ཟད། མཐོང་ཚོར་དང་འབྲེལ་བའི་བྱེད་ལས་དམིགས་བཀར་བ་རེ་རེའི་ཆེད་དུའང་མཐོང་བྱེད་ཀྱི་དབང་པོ་(མིག་)དང་གང་མཐོང་བ་དེར་གློག་འགྲེལ་བྱེད་པའི་དབང་པོ་(ཀླད་པ་)གཉིས་ཀ་མེད་མི་རུང་ཡིན་པ་དེ་རེད། ཚུལ་འདི་ནི་སྤྱིའི་ཆ་ནས་མིའི་ལུས་ཕུང་གི་དབང་པོའི་བྱེད་ལས་ཐམས་ཅད་ལ་གཅིག་མཚུངས་ཡིན་པ་སྟེ། དེ་ཀུན་ལ་ཚོར་བྱེད་ཀྱི་དབང་པོ་དང་། ཀླད་པ་དང་། (གོང་དུ་ཐུང་བ་ལྔ་པའི་ནང་ཛ་ཚོས་མཐོང་བ་བཞིན་)དེ་གཉིས་དབར་འབྲེལ་མཐུད་བྱེད་པའི་ལུས་ཀྱི་ཆ་ཤས་བཅས་པ་དེ་ཀུན་མེད་མི་རུང་བ་ཡིན་ནོ།།

ཐུང་བ་ལྔ་པས་དབང་རྩ་མ་ལག་གི་ཆ་ཤས་གཞན་ཞིག་སྟེ། མིག་གི་རྩ་ལམ་དུ་འཕོད་པ་དེ་ཡང་ཡུལ་མཐོང་བར་མེད་མི་རུང་བའི་ཆ་རྐྱེན་ཞིག་ཏུ་བསྟན་ཏེ། ཆ་རྐྱེན་དེ་ཉིད་འཕྲུས་ཚད་དུ་མ་གྲུབ་པའི་སྐབས་དག་ཏུ་གསར་བཙས་བྱིས་པ་དག་གིས་ཡུལ་མཐོང་མི་ཐུབ་པའི་ཕྱིར་དང་། དོན་གནད་འདིས་མིག་དང་ཀླད་པ་སྦྲེལ་བ་ནི་དབང་རྩ་ལ་རག་ལས་པར་(དོན་དངོས་སུའང་དེ་ལྟར་ཡིན་པ་བཞིན་)སྣེ་སྟོན་བྱེད་པའི་ཕྱིར།

ཐུང་བ་བཞི་པ་དང་། དྲུག་པ། བརྒྱད་པ་བཅས་ཀྱིས་ནི་འདི་ལྟར་ཏེ། མཐོང་ཚོར་ཆ་འཕྲིན་ལ་དབྱེ་གཅོད་བྱེད་པའི་མིག་དབང་དང་ཀླད་པའི་ནང་གི་རྒྱུན་ལྡན་གྱི་བྱེད་ལས་དེ་རྣམས་ཕྱ་ཕུང་དམིགས་བཀར་བའི་ནང་གི་རིགས་རྫས་དང་རིགས་རྫས་དེ་དག་གིས་བཏང་སྒྲིག་བྱེད་པའི་སྒྲི་རྫས་(རྣམ་གཞག་འདི་དག་སློར་ང་ཚོས་ཆེ་སྲོག་ཚན་རིག་གི་སློན་འགྲོའི་སློབ་དེབ་གཉིས་པའི་ནང་རྒྱས་པར་བཀྲལ་ཡོད་)རྣམས་ཀྱིས་འགྲུབ་པར་སྟོན་པ་དང་ཆབས་ཅིག གལ་ཏེ་སྒྲི་རྫས་དེ་དག་ལ་རྒྱུན་ལྡན་མིན་པའི་འགྱུར་བག་རིགས་ཀྱིས་བརྗེ་སྒྱུར་བཏང་ཚེ། གནོད་སྐྱོན་ཚབས་ཆེན་འབྱུང་རིགས་པར་ཡང་སྟོན་ནོ།།

འདས་པའི་ལོ་ངོ་བརྒྱ་ཕྲག་གཉིས་རིང་བྱེད་ལས་ལ་དམིགས་འཛུགས་པའི་དབང་རྩའི་ཕུང་གནས་རིག་པ་བ་དག་གིས་གོང་གསལ་ལྟ་བུའི་ཐུང་བ་མང་དག་ཅིག་བསྡུ་སྒྲུབ་ཀྱིས་ནུབ་གསོག་བྱས་ཡོད། ཤོང་ཚོས་ཐུང་བ་འདི་རྣམས་འཕེལ་འགྱུར་སྐྱེ་དངོས་རིག་པ་བ་རྣམས་ཀྱིས་སྒྲུབ་ཀྱིན་པའི་དབྱེ་ཞིབ་དག་དང་མཉམ་སྦྲེལ་བྱེད་ཀྱི་ཡོད། དེ་ནི་སྐྱེ་དངོས་རིག་པ་བ་དེ་དག་གི་ཉེད་སྲོན་(དཔེར་ན། སློན་འགྲོའི་སློབ་དེབ་འདིའི་འགོ་སྟོད་དུ་བསྒྱུར་ཞིབ་ཀྱི་གཞིར་ཁྱེར་བའི་ཉེད་སྲོན་གྱི་དོན་གནས་དེ་འདྲ་ལྟ་བུ་)དག་ལས་ལུས་ཀྱི་ཆ་ཤས་གང་ཞིག་བྱེད་ལས་གང་ཞིག་འགྲུབ་ཆེད་རིམ་འགྱུར་བྱུང་ཡོད་ཚོད་ཀྱི་སྣེ་སྟོན་རྒྱུས་ལོན་བྱེད་པར་རམ་འདེགས་འཐོབ་སྲིད་པས་ཡིན། ནམ་ཞིག་དབྱེ་ཞིབ་དང་ཐུང་བ་འདི་དག་གིས་ཆགས་དབྱིབས་དང་བྱེད་ལས་སྦྲེལ་བའི་འབྲེལ་བ་ཞིག་སྣེ་སྟོན་བྱེད་ཙ་ན། གང་སྣེ་སྟོན་བྱས་པའི་རིག་པ་དེར་ཚན་རིག་པ་རྣམས་ཀྱིས་བདེན་མིན་བཤེར་བའི་བརྟག་དཔྱད་ཀྱི་རིམ་པ་གཞོམ་ངེས་རེད། དེ་ཡང་འདི་འདྲའི་བརྟག་དཔྱད་ཀྱི་རིམ་པ་རྣམས་འཕྲུས་ཚང་སྒྲོས་བསྒྲུབ་པར་རོགས་འདེགས་བྱེད་པའི་འཕྲུལ་རྩལ་དག་ནི་སྔར་ཚད་ཧ་ཅང་མཐོན་པའི་སྒོ་ནས་ཡར་རྒྱས་འགྲོ་བཞིན་ཡོད། དེ་ཡང་དང་ཐོག་(དཔེ་རིས་གསུམ་པ་དང་བཞི་པ་དང་ལྔ་པར་ཕྱིར་ལྟ་གྱིས་)ཕུང་གནས་རིག་པ་བ་དག་གིས་མིའི་ཕུང་པོར་རྟོབ་ལྟ་བྱེད་པའི་ཐབས་རྩལ་ནུས་པ་ཅན་དེ་འདྲར་བརྟེན་ལ། དེར་མ་ཟད་ཚན་རིག་པ་རྣམས་ཀྱིས་གཤིན་པོའི་ལུས་པོ་གཤག་དཔྱད་བྱས་ཏེ་ནང་ཁྲོལ་རྣམས་ཀྱི་འདྲ་རིས་འབྲི་བའི་འགོ་ཡང་བཙུགས་ཡོད། དེ་ལ་ལག་ལེན་ཕྱི་མ་འདིས་གང་ཟག་སྒེར་པ་འགའ་རེར་ཐོས་མ་བདེ་བསྐྱེད་པར་མ་ཟད། ཚོགས་སྡེ་འགའ་རེའི་ནང་ལག་ལེན་དེ་རིགས་བཀག་འགོག་ཀྱང་བྱས་ཡོད།

དང་ཐོག་ཚན་རིག་པ་དང་སྨན་པ་རྣམས་ཀྱིས་ནད་པའི་འཁྲུག་སྐྱོན་དེ་སྐྲན་ནམ། ནད་གཞི་གཞན་ནམ། སྐྱེས་ཐོབ་ཀྱི་ཐུང་ཉེས་ལྟ་བུ་གང་གི་དབང་ལས་ཐུང་བ་ཇི་བཞིན་ཤེས་པར་ནད་པ་དེ་མ་ཤི་བར་བསྒུག་དགོས་ཀྱི་ཡོད། སྐབས་དེ་གར་ཚོན་མདོག་ལོང་ནད་ཕོག་པའི་ནད་པ་ཞིག་གི་མིག་གམ་ཀླད་པ་དེ་གཞན་དག་ལས་མི་འདྲ་བ་ཞིག་ཡིན་མིན་རྟོག་པའི་གནས་སྟངས་ལྟ་བུ་ནད་པ་དེ་མ་ཤི་བར་དུ་སེལ་ཐབས་མེད། དེ་ལྟར་ནའང་དུས་ཚོད་རིམ་གྱིས་བཞུད་ཀྱིན་དང་། ལྷག་པར་དུ་ཕན་ལོ་ངོ་ལྔ་བཅུའི་ནང་འཕྲུལ་རྩལ་གོང་འཕེལ་སོང་བ་དེས་ཚན་རིག་པ་རྣམས་ཀྱིས་སྐྱེ་བོ་གསོན་པོའི་ལུས་ཕུང་ནང་

amine normal and abnormal connections. Such techniques include magnetic resonance imaging and its many offspring technologies. (See box on next page) With such techniques, we can even observe the brain thinking or seeing, that is, we can determine which part of the brain is active when the person being observed is performing a particular task. And we can compare healthy people to ones with the impairments like those we discussed in the stories above. Based on these techniques, much is now known about brain function that could never have been learned from studying post-mortem tissue. This is one example of how the development of new technology and tools can drive our discovery and increase our knowledge.

As discussed in Life Sciences Primer II, much has been learned about the brain and sensing, and indeed most biological processes, by studying other animals—our evolutionary relatives. We also discussed the obvious problem that such research causes for Buddhists and many others. It is not a problem to take lightly, and few if any animal researchers do. Animal research and animal welfare in general continues to be addressed by many, including most effectively by scientists themselves and His Holiness the Dalai Lama (see Life Sciences Primer II).

In addition to examining animals, sometimes brain surgery is necessary in human patients due to a tumor or other disease. In these cases, much can be learned about brain function while also attempting to help the patient. Because our brains have no pain sensors, a live and conscious human can actually have part of her skull removed so that neurosurgeons can poke and prod, and stimulate and deactivate certain parts of her brain and ask her to perform certain tasks or think certain thoughts. This is often done during surgery to make sure the doctors are not going to lesion/harm areas important for motor control or speech, and also to find out where problems exist. Brain surgery on conscious individuals has been extremely useful in identifying brain regions where altered activity causes convulsions or other behavioral anomalies such as severe depression. Once identified, these regions often can be treated directly to ameliorate the problem.

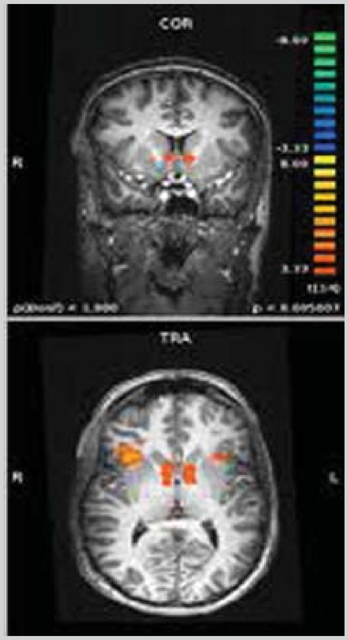
In addition, we can use many of the powerful genetic and molecular technologies discussed in Life Sciences Primer II in order to identify genes and proteins that are different in healthy versus impaired individuals. Such techniques were employed in stories 4, 6, and 8 above.

ཞིབ་ལྟ་བྱེད་པ་བརྒྱུད་རྒྱུན་ལྡན་དང་རྒྱུན་ལྡན་མིན་པའི་སྦྲེལ་མཐུད་ཀྱི་དབྱེ་དཔྱོད་བྱེད་ཐུབ་ཀྱི་ཡོད། དེ་ལྟ་བུའི་འཕྲུལ་རྩལ་ཡོ་བྱད་ཀྱི་གྲས་སུ་ཁབ་ལེན་མཉམ་འདར་དཔར་ལེན་འཕྲུལ་རྩལ་དང་དེ་ལས་ཐོན་པའི་ཡོ་བྱད་(འོག་གི་བྱེད་ལས་ཁབ་ལེན་མཉམ་འདར་གློག་དཔར་འཕྲུལ་རྩལ་ཞེས་པའི་འགོ་བྱང་ཅན་གྱི་སྒྲོམ་བུ་དེར་ལྟོས།)གཞན་མང་དག་ཅིག་ཚུད་ཡོད། འཕྲུལ་རྩལ་དེ་དག་བརྒྱུད་ད་ནི་ང་ཚོས་ཀླད་པས་བསམ་བློ་གཏོང་གིན་པའམ། ཡང་ན་ཡུལ་རིག་གིན་པའང་ཞིབ་ལྟ་བྱེད་ཐུབ་པ་སྟེ། དཔྱད་གཞིར་བཟུང་བའི་གང་ཟག་དེ་དམིགས་བཀར་གྱི་ལས་ཤིག་ལ་ཞུགས་ཀྱིན་དུ་ཡོའི་ཀླད་པའི་ཆ་ཤས་གང་ཞིག་ལས་ལ་འཇུག་གིན་པ་ངོས་འཛིན་བྱེད་ཐུབ་ཀྱི་ཡོད། དེ་བཞིན་དུ་བདེ་ཐང་ཡིན་པའི་མི་ཞིག་དང་གོང་གི་བྱུང་བའི་ཁྲིད་ཀྱི་ཉེས་སྐྱོན་ཅན་གྱི་མི་དག་དབར་གཤིབ་བསྡུར་ཡང་བྱེད་ཐུབ་ཀྱི་ཡོད། དེར་མ་ཟད། སྔར་ལམ་བཞིན་གཤིན་པོའི་ཕུང་གྲུབ་སྟེང་བསྒྲུབས་པའི་དབྱེ་ཞིབ་ཙམ་ལ་བརྟེན་ན་གཏན་ནས་ཤེས་ཐབས་མེད་པའི་ཀླད་པའི་བྱེད་ལས་སྐོར་ཡང་གོང་གསལ་འཕྲུལ་རྩལ་དག་ལ་བརྟེན་ནས་ད་ཆ་ངེད་ཚོས་མང་དག་ཅིག་ཤེས་ཐུབ་ཡོད། འདི་ནི་འཕྲུལ་རྩལ་དང་ཡོ་བྱད་གསར་པ་དར་འཕེལ་བྱུང་བ་དེས་ངེད་ཚོའི་རྟེན་རྟོགས་ཀྱི་ཚད་ལ་སྐྱུལ་འདེད་ཇི་ལྟར་ཐེབས་པ་དང་། ཤེས་རྒྱ་ཇི་ལྟར་སྤེལ་བའི་དཔེ་མཚོན་ཙམ་ཞིག་རེད།

ཚེ་སྲོག་ཚན་རིག་གི་སྔོན་འགྲོའི་སློབ་དེབ་གཉིས་པའི་ནང་སྔར་གྲོས་སྡུར་བྱས་པ་བཞིན། དབང་མིའི་འགྲོ་བས་སེམས་ཅན་གཞན་ཏེ། འཕེལ་འགྱུར་རིག་པ་གཞིར་བཞག་ན་མིའི་འགྲོ་བའི་གཉེན་ཚན་དུ་གྱུར་པའི་དུད་འགྲོ་སྲོག་ཆགས་སྟེང་དབྱེ་ཞིབ་བརྟག་དཔྱད་རིམ་པར་བསྒྲུངས་དང་སྦྱོང་བའི་སྒོ་ནས་མིའི་ཀླད་པ་དང་། དབང་ཚོར་བྱེད་རིམ་དང་། དེ་བཞིན་དུ་ལུས་ཀྱི་བྱེད་རིམ་ཕལ་མོ་ཆེའི་སྐོར་མི་ཤུང་བ་ཞིག་ང་ཚོས་ལོང་དུ་ཆུད་ཟིན། འདི་ལྟའི་ཞིབ་འཇུག་གི་བྱ་བ་དང་འབྲེལ་ནས་ནང་པ་སངས་རྒྱས་པ་དང་གཞན་དག་མང་པོར་བློ་འཚབ་སྐྱེ་གཞིར་གྱུར་པའི་དཀའ་རྙོག་མངོན་གསལ་ཅན་དག་གི་སྐོར་ཡང་ང་ཚོས་གྲོས་སྡུར་བྱས་ལ། དཀའ་རྙོག་དེ་དག་ནི་གཅིགས་ཆུང་དུར་བྱེད་རུང་བ་ཞིག་མིན། དུད་འགྲོའི་སྟེང་ཞིབ་འཇུག་སྒྲུབ་མཁན་ཕལ་མོ་ཆེས་ཀྱང་འདི་ལ་གཅིགས་ཆེན་པོ་བྱེད་ཀྱིན་ཡོད། སྤྱིའི་ཆ་ནས་སྐྱེ་བོ་མང་པོས་དུད་འགྲོར་སྒྲུབ་པའི་ཞིབ་འཇུག་གི་གནས་དོན་དང་དུད་འགྲོའི་བདེ་དོན་ཐོག་མུ་མཐུད་དུ་འགན་ཁུར་ལེན་གྱི་ཡོད་ལ། ལྷག་པར་དུ་༸གོང་ས་ཏཱ་ལའི་བླ་མ་མཆོག་དང་ཚན་རིག་པ་དེ་དག་གིས་ཀྱང་ཆེས་གནད་སྨིན་དང་འགན་ཁུར་བཞེས་ཀྱིན་ཡོད། (ཚེ་སྲོག་ཚན་རིག་གི་སྔོན་འགྲོའི་སློབ་དེབ་གཉིས་པར་ལྟོས།)

དུད་འགྲོའི་སྟེང་གཤག་བཅོས་བསྒྲུབ་པར་མ་ཟད། སྐབས་རེ་ཀླད་པར་སྐྲན་ཆགས་པའམ། ཡང་ན་ནད་གཞི་གཞན་ཐོག་པའི་དབང་གིས་མིའི་ཀླད་པར་གཤག་བཅོས་མ་བསྒྲུབས་ཐབས་མེད་གྱུར་པའང་ཡོད། གནས་སྐབས་འདི་དག་ཏུ་ནད་པར་ཕན་པའི་ཐབས་ཤེས་བྱེད་པ་དང་ཆབས་ཅིག་ཀླད་པའི་ལས་ཚུལ་སྐོར་མང་དག་ཅིག་ཤེས་པའི་གོ་སྐབས་ཀྱང་འཐོབ་ཀྱི་ཡོད། མིའི་ཀླད་པར་ཟུག་རྔུ་ཚོར་བའི་ནུས་པ་མེད་པའི་དབང་གིས་དབང་རྩའི་གཤག་བཅོས་སྨན་པ་དག་གིས་མི་གསོན་པོ་རིག་ཚོར་ལྡན་པ་ཞིག་གི་ཀ་ཕི་ཕྱེས་ཏེ་ནང་ཆ་དག་ལ་ཤུག་སྨན་བྱེད་པ་དང་སྦྲགས། མི་དེའི་ཀླད་པའི་ཆ་ཤས་ངེས་ཅན་འགའ་རེ་ཡར་བསྐུལ་བ་དང་འགའ་རེ་མར་བག་ཞ་བར་ཡང་བྱེད་ནུས། དེར་མ་ཟད་དེ་ལྟར་བྱེད་ཀྱིན་དུ་མི་དེར་བསམ་བློ་གཏོང་དུ་འཇུག་པའམ། ཡང་ན་ལས་དོན་གཞན་ཞིག་བསྒྲུབ་ཏུ་འཇུག་ཐུབ། གཤག་བཅོས་བསྒྲུབ་ཀྱིན་དུ་ནད་པར་དེ་ལྟར་བྱེད་དུ་འཇུག་པ་ནི་ཕལ་ཆེ་བར་འབྲེལ་ཡོད་སྨན་པ་དག་གིས་བརྗོད་པ་དང་འགྲུལ་བསྐྱོད་སྟངས་འཛིན་དང་སྦྲེལ་བའི་ཀླད་པའི་ཆ་ཁུལ་གནད་ཆེན་དག་ལ་ཉམ་ཉེས་དང་ཐོག་ཐུག་མི་གཏོང་བའི་ཆེད་དུ་དང་། མ་ཟད། འཁྲུགས་སྐྱོན་གང་དུ་ཡོད་པ་རྩད་ཆོད་པའི་ཆེད་དུའང་རེད། རིག་ཚོར་ལྡན་པའི་མིའི་སྟེང་དུ་བསྒྲུབ་པའི་ཀླད་པའི་གཤག་བཅོས་ཀྱི་ལམ་ནས་ཀླད་པའི་ཆ་ཤས་གང་ཞིག་ཏུ་རྒྱུན་ལྡན་མིན་པའི་བྱ་རིམ་གྱི་རྐྱེན་གྱིས་འདར་གཡོབ་སློང་བའམ། ཡང་ན་ཚབས་ཆེའི་ཡིད་སྨུག་ལྟ་བུ་གཤིས་སྤྱོད་ལོག་སྐྱོན་གྱི་རིགས་གཞན་འབྱུང་སའི་ས་ཁུལ་ངོས་འཛིན་བྱེད་རྒྱུར་ཧ་ཅང་གནད་ཁེལ་བའི་ཕན་ཐོགས་བྱུང་ཡོད། ས་ཁུལ་དེ་དག་ལན་གཅིག་ངོས་ཟིན་ཙ་ན་དེར་ཐད་ཀར་ཐེ་གཏོགས་བྱས་པ་བརྒྱུད་སྐབས་བབ་ཀྱི་འཁྲུག་སྐྱོན་གསོ་ཐུབ།

དེར་མ་ཟད། བདེ་ཐང་ཡིན་པའི་མི་དང་དེ་ལྟར་མིན་པའི་མིའི་དབང་མི་འདྲ་སའི་རིགས་རྫས་དང་སྤྲི་རྫས་ཀྱི་རྣམ་པ་མཆེས་རིགས་ངོས་ཟིན་པའི་ཆེད་ཚེ་སྲོག་ཚན་རིག་གི་སྔོན་འགྲོའི་སློབ་དེབ་གཉིས་པར་གྲོས་སྡུར་བྱས་པའི་རིགས་རྫས་དང་འདུས་རྡུལ་རིམ་པ་དག་ལ་སློབ་པའི་འཕྲུལ་རྩལ་ནུས་པ་ཅན་མང་དག་ཅིག་དེང་གི་ཆར་བེད་སྤྱོད་བྱེད་དུ་ཡོད་ལ། དེ་དག་ནི་གོང་དུ་གླེང་བའི་བྱུང་བ་བཞི་པ་དང་། དྲུག་པ། བརྒྱད་པ་བཅས་ཀྱི་ནང་བགོལ་སྤྱོད་བྱས་པ་དག་རེད།



FUNCTIONAL MAGNETIC RESONANCE IMAGING (fMRI)

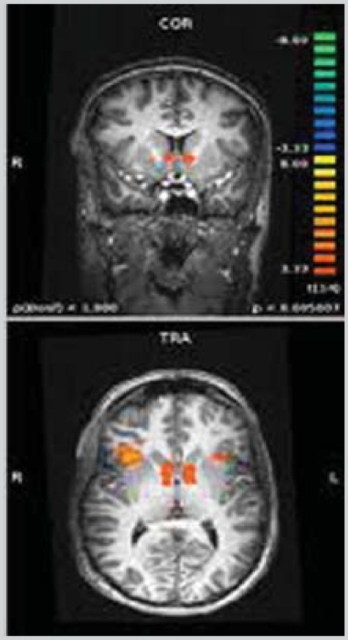
MRI uses a combination of harmless magnetic fields to image soft tissues in the body. Anatomical MRI has excellent detail but taking the image is relatively slow. Functional MRI is faster and captures rapid shifts in blood flow, which is correlated with brain activity; however, fMRI has low spatial resolution so the picture is more blurry. The brain images one often sees are a combination of statistical maps of brain activity (pseudo-colored to show level of activity), derived from fMRI, superimposed on the anatomical images from slow MRI. Thus, this technology shows us what is happening in the brain, and where.

Finally, in the same way that computers have been very useful for modeling and dissecting the process of evolution, of organs like the eye, they have also been extremely useful in modeling neural networks, that is, in addressing the question of how our thousands of neurons interact and what new properties emerge from their interactions.

FUNCTIONAL NEUROANATOMY II: PUTTING TOGETHER WHAT WE'VE LEARNED

So, what have we learned from these stories and observations and experiments about the functional neuroanatomy of the vision system? Let's answer this question in two parts (1) with a general overview of the visual system's parts within the context of the entire nervous system and (2) with a more refined description of how vision works using those parts and their components.

In learning and thinking about new ideas, humans use vision as an important tool. Think about the example of three-dimensional vision we discussed above. Think about how you usually learn something such as how to perform a new activity. Reading about how to do it and listening to someone describe how to do it are useful, but *seeing* pictures of how it's done and then *watching* someone do it are especially useful—as is of course, eventually trying it yourself. Vision is very powerful for learning, memory, and understanding, for 'seeing' in the conceptual sense.



བྱེད་ལས་ཁབ་ལེན་མཉམ་འདར་གློག་དཔར་འཕྲུལ་ཆས། (བྱེད་ལས་སྣུད་དཔར།)

ཁབ་ལེན་མཉམ་འདར་གློག་དཔར་འཕྲུལ་ཆས་ཀྱིས་གནོད་པ་མེད་པའི་ཁབ་ལེན་སྣུད་ར་བེད་སྤྱོད་བྱེད་པའི་སྒོ་ནས་ལུས་ཕུང་ནང་གི་ཕུང་གྲུབ་སོ་སོ་དག་གི་བརྙན་པར་ལེན་གྱི་ཡོད། དེ་ཡང་ཕུང་པོའི་ཆགས་ལུགས་ལ་དམིགས་འཛུགས་པའི་ཁབ་ལེན་མཉམ་འདར་གློག་དཔར་འཕྲུལ་ཆས་བརྒྱུད་ཏུ་ཅང་ཞིབ་ཆ་ལྡན་པའི་བརྙན་རིས་འཐོབ་མོད། འོན་ཀྱང་དངོས་གཞི་དབང་རླུང་སྐབས་དེ་ཉིད་ལྟོས་འཇོག་གི་འགོར་གཞི་ཆེ་བ་ཡོད། དེ་ལས་གཞན་བྱེད་ལས་ལ་དམིགས་འཛུགས་པའི་ཁབ་ལེན་མཉམ་འདར་གློག་དཔར་འཕྲུལ་ཆས་ཀྱིས་གོང་གསལ་ལས་མྱུར་བར་བར་རླུང་ཐུས་ཤིང་། ཁྲག་རྒྱུན་ཁྲོད་ཀྱི་འཕྲུལ་འཕྲུལ་གྱི་གནས་འགྱུར་གྱི་རྣམ་པ་གང་ཞིག་ཀླད་པའི་བྱ་རིམ་དང་འབྲེལ་བ་ཡོད་པ་དག་ཀྱང་མངོན་པར་བྱེད་ནུས་མོད། འོན་ཀྱང་བྱེད་ལས་ཁབ་ལེན་མཉམ་འདར་གློག་དཔར་འཕྲུལ་ཆས་ཀྱིས་བླངས་པའི་དཔར་མ་དག་ལ་བར་སྟོང་གི་རྡོ་ཪོར་ཞན་པས་བརྙན་པར་རྣམས་ལྟོས་འཇོག་གི་རབ་རིབ་ཆེ་བ་ཡོད། ང་ཚོས་སྐབས་མང་སར་མཐོང་བའི་ཀླད་པའི་བརྙན་པར་དག་ནི་བྱལ་ག་ཤིས་ཅན་གྱི་ཁབ་ལེན་མཉམ་འདར་གློག་དཔར་འཕྲུལ་ཆས་བརྒྱུད་བླངས་པའི་ཕུང་པོའི་གནས་ལུགས་གསལ་བའི་བརྙན་པར་དག་གི་སྟེང་དུ་བྱེད་ལས་ལ་དམིགས་འཛུགས་པའི་ཁབ་ལེན་མཉམ་འདར་གློག་དཔར་གྱི་ལམ་ནས་བླངས་པའི་བརྙན་པར་དེ་འདྲ་བརྩེགས་པ་ལས་བསྡུས་པའི་ཕན་ཚུན་ཕྱོགས་སྡོམ་བརྒྱབ་པའི་ཀླད་པའི་བྱ་རིམ་གྱི་རྣམ་གྲངས (བྱ་རིམ་གྱི་ཚད་གཞི་སྟོན་པའི་ཆེད་དུ་ཚོན་རྫས་བཏང་ཚོག)གསལ་བའི་བསྡུས་གྲངས་བཀོད་རིས་དེ་འདྲ་རེད། དེས་ན་འཕྲུལ་ཆས་འདིས་ཀླད་པའི་ཆ་ཁུལ་གང་དུ་གང་ཞིག་འབྱུང་བཞིན་པ་ང་ཚོར་སྟོན་ཐུབ།

མཐའ་དོན། ཇི་ལྟར་(མིག་ལྟ་བུ་དབང་པོ་རྣམས་ཀྱི་)འཕེལ་འགྱུར་རྒྱུད་རིམ་གྱི་དཔེ་སྟོན་འདྲ་གཟུགས་བཟོ་རྒྱུ་དང་ནང་དོན་ཞིབ་གནས་འགྲེལ་མཚོན་བྱེད་རྒྱུར་གློག་ཀླད་འཕྲུལ་འཁོར་རྣམས་སྤྱོད་སྒོ་ཏ་ཅང་ཆེན་པོར་གྱུར་པ་དེ་བཞིན་དུ། དབང་རྩའི་སྦྲེལ་མཐུད་ཀྱི་རྣམ་པ་འགྲེལ་མཚོན་བྱེད་པར་ཡང་གློག་ཀླད་འཕྲུལ་འཁོར་རྣམས་སྤྱོད་སྒོ་ཆེས་ཆེར་གྱུར་ཡོད། དེ་ལྟའི་སྦྲེལ་མཐུད་ཀྱི་རྣམ་པ་འགྲེལ་མཚོན་བྱེད་ཚུལ་ནི་དབང་རྩ་ཕྲ་གཟུགས་སྟེང་ཐག་ཏུ་མ་ཡོད་པ་རྣམས་ཇི་ལྟར་སྦྲེལ་སྦྱོར་བྱེད་པ་དང་། སྦྲེལ་སྦྱོར་གྱི་རིམ་པ་དེ་དག་ལས་ཡོན་ཏན་གྱི་རྣམ་པ་གསར་པ་ཅི་ཞིག་འབྱུང་ཚུལ་བཅས་དཔེ་གཟུགས་ཀྱི་ལམ་ནས་གསལ་སྟོན་བྱེད་རྒྱུ་དེ་རེད།

བྱེད་ལས་ལ་དམིགས་འཛུགས་པའི་དབང་རྩའི་ཕུང་གནས་རིག་པ་དང་འབྲེལ་བའི་གནས་དོན་གཉིས་པ། ད་བར་ང་ཚོས་གང་སྤྱངས་པ་རྣམས་ཕྱོགས་གཅིག་ཏུ་བསྡེབས་པ།

དེས་ན་མཐོང་ཚོར་མ་ལག་གི་བྱེད་ལས་ལ་དམིགས་འཛུགས་པའི་དབང་རྩའི་ཕུང་གནས་རིག་པ་དང་འབྲེལ་བའི་གོང་གསལ་བྱུང་བ་དག་དང་། འཚོལ་ཞིབ་དང་བརྟག་དཔྱད་ཀྱི་རྣམ་པ་བཅས་ལས་ང་ཚོས་གང་ཞིག་ཤེས་ཐུབ་བམ་ཞེ་ན། ང་ཚོས་དྲི་བ་དེར་ཆ་གཉིས་སུ་ཕྱེ་ནས་ལན་འདེབས་བྱ་རྒྱུ་ཡིན། གཅིག དབང་རྩ་མ་ལག་ཁྱོན་ཡོངས་ཀྱི་སྒྲོམ་གཞིའི་འོག་མཐོང་ཚོར་མ་ལག་གི་ཆ་ཤས་དག་ལ་སྤྱི་བཤད་ཅིག་རྒྱག་པའི་སྒོ་ནས་དང་། གཞན་ནི། ཆ་ཤས་དང་ཡན་ལག་དེ་དག་བཀོལ་བའི་སྒོ་ནས་མཐོང་ཚོར་མ་ལག་གི་ལས་ཚུལ་ལ་དམིགས་བཙུགས་པའི་བཤད་པ་བྱེད་པ་བཅས་ཡིན།

མི་རྣམས་ཀྱིས་རིག་པ་གསར་པ་ཞིག་ལ་ཤེས་སྦྱོང་བསྐྱེན་པ་དང་བསམ་གཞིག་བྱེད་པ་ན་མཐོང་ཚོར་དབང་པོ་དེ་ཡོ་བྱད་གཙོ་ཆེ་བ་ཞིག་གི་ཚུལ་དུ་བེད་སྤྱོད་བྱེད་ཀྱིན་ཡོད། གོང་དུ་ངེད་ཚོས་གྲོས་སྡུར་བྱས་པའི་ཕྱོགས་ཆ་གསུམ་ཅན་གྱི་ཡུལ་སྣང་གི་དཔེ་མཚོན་དེའི་སྐོར་ཁྱེད་ཀྱིས་གཅིག་སེམས་དང་། དེར་མ་ཟད། ལས་དོན་གསར་པ་ཞིག་གཞི་ནས་སྦྱོང་བ་ལྟ་བུ་རྒྱུན་དུ་ཁྱེད་ཀྱིས་གང་ཅི་ཞིག་སྐོར་ཤེས་སྦྱོང་ཇི་ལྟར་བསྐྱེན་ཚུལ་སྐོར་ཡང་ཁྱེད་ཀྱིས་གཅིག་སེམས་དང་། ལས་དོན་ཞིག་ཐོག་དང་པོར་བསྒྲུབ་པའི་སྐབས་དེའི་སྐོར་དཔེ་དེབ་ཀློག་པ་དང་། མི་གཞན་ལས་ཐོས་པ་བཅས་ལ་ཕན་ཐོགས་ཡོད་མོད། འོན་ཀྱང་དེ་བས་ནི་ལས་དོན་དེ་ཇི་ལྟར་བསྒྲུབ་ཚུལ་མཚོན་འགྲེལ་བྱེད་པའི་བརྙན་རིས་ལ་བལྟ་བ་དང་། གཞན་གྱིས་ལས་དོན་དེ་དངོས་སུ་སྒྲུབ་ཀྱིན་པར་རང་གིས་བལྟ་བ་བཅས་ནི་དམིགས་བཀར་གྱིས་ཕན་ཐོགས་ཆེ་བ་ཡོད། དེ་བཞིན་དུ་ནམ་ཞིག་རང་གིས་ལས་དོན་དེར་དངོས་སུ་ཚོད་ལྟའི་ལག་ལེན་བྱ་རྒྱུ་འབྱུང་བ་ནི་དེ་བས་ཀྱང་ཕན་ཐོགས་ཡོད་པ་སྨོས་ག་ལ་དགོས། དེས་ན་མཐོང་ཚོར་ནི་ཤེས་སྦྱོང་བསྐྱེན་རྒྱུ་དང་། དྲན་ཤེས་བསྐྱེན་རྒྱུ་དང་། ཁོང་དུ་ཆུད་རྒྱུ་སྟེ། གཞི་གང་ཡང་ཡིད་ངོར་འཆར་བའི་སྒོ་ནས་''མཐོང་རྒྱུར་''ཏ་ཅང་བྱེད་ནུས་ལྡན་པ་ཞིག་ཡིན།

In that spirit, let's look with our eyes at a picture of a general overview of vision in Figure 17.

Let's walk slowly through this overview figure. As we do this, and throughout our discussion of vision, you may refer to our discussion in Life Sciences Primer II of the integral physiological and conceptual connections between the different levels of biology: populations, organisms, organs, tissues, cells, and molecules.

At first, we see the whole body of a human being with the entire nervous system sketched out. As we've noted, the **central nervous system** (CNS) includes the brain and spinal cord. The **peripheral nervous system** consists of nerves that convey information from the rest of the body to the CNS and vice versa (Figure 17A).

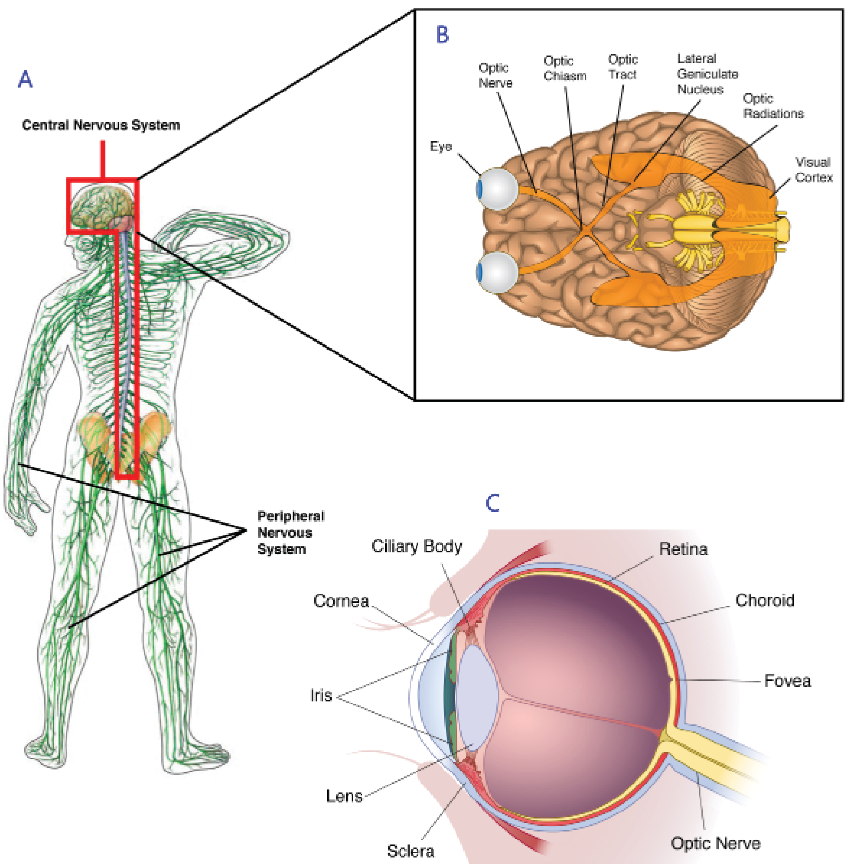


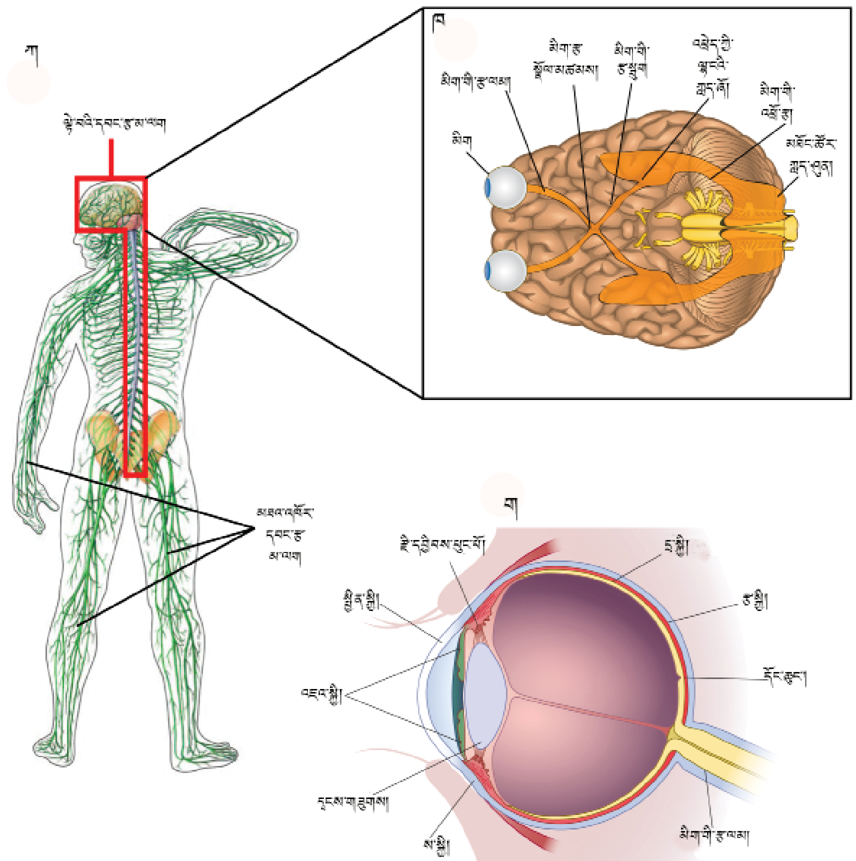
Figure 17: A. The central nervous system and the peripheral nervous system. B. superior view of the brain, eyes, and optic nerve. C. Internal and external view of the human eye.

Within this complex human organism, we are focusing on the eye and its connections to the brain. In the figure, you can see the eyes in the picture of the whole human shown in two additional perspectives: (1) the eyes in relation to the brain (Figure 17B) and (2) an eye by itself, magnified for closer inspection (Figure 17C). Note how close our eyes are to our brains; what are the functional implications of this?

དགེ་མཚན་དེ་འདྲ་ཡིད་ལ་གཟུང་བཞིན་དུ། ད་ནི་ང་ཚོས་མཐོང་ཚོར་དབང་པོའི་སྤྱི་རྣམ་མཚོན་པའི་དཔེ་རིས་ ༡༧ དེར་ངེད་ཚོའི་མིག་གིས་བལྟ་བར་བྱའོ།།

སྤྱི་རྣམ་དཔེ་རིས་དེར་ངེད་ཚོས་དལ་བུར་ལྟ་ཞིབ་བྱ་ལ། དེ་ལྟར་བྱེད་གཞིན་པའི་སྐབས་དང་། གཞན་ཡང་མཐོང་ཚོར་སྐོར་གྲོས་སྡུར་གྱི་སྐབས་ཐམས་ཅད་དུ་སྐྱེ་ལྡན་ཚོགས་འདུས་དང་། སྐྱེ་ལྡན་ཁེར་གཟུགས་དང་། དབང་པོ་དང་། ཕུང་གྲུབ་དང་། ཕྲ་ཕུང་དང་། འདུས་རྟུལ་བཅས་སྐྱེ་དངོས་ཀྱི་རིམ་མི་འདྲ་བ་ཕན་ཚུན་དབར་ལུས་ཁམས་དང་རྣམ་གཞག་གཉིས་ཀའི་ཆ་ནས་གྲུབ་པའི་འབྲེལ་བའི་སྐོར་ཆེ་སྲོག་ཆགས་རིག་གི་སྟོན་འགྲོའི་སློབ་དེབ་གཉིས་པར་བཤད་པ་རྣམས་ལ་ཁྱེད་ཀྱིས་འབྲེལ་གཏུགས་བྱེད་འོས་པ་ཡིན།

འདིར་ང་ཚོས་ཐོག་མར་དབང་རྩའི་མ་ལག་ཡོངས་རྫོགས་ཀྱི་ཆགས་བཀོད་བཤམས་པའི་མིའི་ལུས་ཕུང་གང་པོ་ཞིག་མིག་ལམ་དུ་བྱེད་ལ། དེ་ཡང་ཇི་ལྟར་ངེད་ཚོར་མངོན་པར་གསལ་བ་བཞིན། **ལྟེ་བའི་དབང་རྩ་མ་ལག**(སྐྱུང་བྲིས་སུ་སི་ཨེན་ཨེསི་)གི་ཁོངས་སུ་ཀླད་པ་དང་རྒྱུངས་པ་གཉིས་ཚུད་ཡོད་ཅིང་། **མཐའ་འཁོར་དབང་རྩ་མ་ལག**ནང་ལྟེ་བའི་དབང་རྩ་མ་ལག་དང་ལུས་ཀྱི་ཆ་ཤས་ལྷག་མའི་དབར་ཆ་འཕྲིན་ཕར་ཚུར་དཔོར་འདྲེན་བྱེད་པའི་དབང་རྩ་རྣམས་འདུས་ཡོད་(དཔེ་རིས། ༡༧ ཀ)།



དཔེ་རིས། ༡༧ ཀ༽ ལྟེ་བའི་དབང་རྩ་མ་ལག་དང་མཐའ་འཁོར་དབང་རྩ་མ་ལག ཁ༽ ཀླད་པ་དང་། མིག་འབྲས། མིག་གི་རྩ་ལམ་བཅས་ལ་སྟེང་ནས་མར་བལྟས་པའི་རྣམ་པ། ག༽ མིའི་མིག་འབྲས་ཀྱི་ཕྱི་ནང་གི་རྣམ་པ།

རྣོག་འཛིང་ཅན་གྱི་མིའི་ཕུང་པོ་ཡོངས་རྫོགས་ཀྱི་ཁྲོད་ནས་འདིར་ངེད་རྣམས་མིག་དང་། དེ་དང་ཀླད་པ་དབར་གྱི་སྦྲེལ་མཐུད་དག་ལ་དམིགས་འཇུགས་ཏེ་ལྟ་ཞིབ་བྱ་ལ། སྐབས་བབ་ཀྱི་དཔེ་རིས་དེར་ཡང་ང་ཚོས་བལྟ་ཕྱོགས་གཞན་གཉིས་ནས་མཐོང་རུང་བའི་མིག་གི་རྣམ་པ་མཚོན་འགྲེལ་བྱས་ཡོད་པ་ནི། ༡༽ ཀླད་པ་དང་སྦྲེལ་བའི་མིག་གི་རྣམ་པ་དང་(དཔེ་རིས། ༡༧ ཁ)། ༢༽ ཆེ་འགྱུར་བྱས་ཏེ་ཞེ་འཕྲིས་ནས་བལྟས་པའི་མིག་ཁེར་རྐྱང་གི་རྣམ་པ་བཅས་ཡིན་(དཔེ་རིས། ༡༧ ག)། དེས་ན་འདིར་ལྟོས་དང་། ངེད་ཚོའི་མིག་འབྲས་རྣམས་ཀླད་པ་དང་ཅི་འདྲའི་ཐག་ཉེར་འཁོད་མི་འདུག་གམ། དེ་ལྟར་འཁོད་པ་འདིས་བྱེད་ལས་ལ་ཤུགས་རྐྱེན་ཅི་འདྲ་བཟོས་སྲིད་དམ།

THE EYE

In the magnified eye, (Figure 17C) we see some of the parts that were identified in our stories as important for vision. From the story of my dad, there is the lens, which covers the eye and which we learned must be clear for optimal vision, and there is the fluid filling the eye behind the lens. We also see, lining the back of the eye, the **retina**, a part of the eye mentioned as important in a couple of our stories; the retina contains photoreceptors to detect the light moving through the **lens** and **fluid**. Before reaching the lens, light first moves through the cornea and then the iris (which gives the eye its color) and the round opening at the center of the iris called the pupil.

Other parts of the eye labeled in the figure that we have yet to discuss include a part of the retina called the **fovea**, which helps in sharp, focused vision such as that necessary for reading this sentence, and eye muscles (outside and inside the eye), the important role of which we will address shortly.

The **optic nerve** is seen coming out of the back of the eye in Figure 17B and 17C. It is clear that this nerve connects the eye to the brain, and that if any problems were to occur in this connection, such as in those born with optic nerve hypoplasia in story 5, the impact on vision would be severe.

Figure 17B is a view looking down from above (known as an axial view). Shown in this figure are the optic nerves from both eyes and the paths of those nerves into the brain. You can see that eye connections are made in both sides (known as **hemispheres**) of the brain, and two of the many important parts of the brain involved in vision are labeled: the lateral geniculate nuclei of the thalamus and the visual cortex. A full third of the brain is devoted to vision-related function.

THE BRAIN

Before we take a quick tour of the human brain, Figure 19 (next page) gives you the vocabulary that neuroscientists use to orient around the brain. These terms are important to know so that you can find the parts of the brain as they are being discussed. In addition, a lateral view of the brain is shown to illustrate the sections or lobes of the entire cerebral cortex (Figure 18). **Sulci** (or sulcus, in the singular) is the term for the grooves found in the cerebral cortex; the sulci surround the **gyri** (gyrus, singular), the bumps of the cortex. If you recall from earlier in this primer, in evolutionary time, the cerebral cortex is the

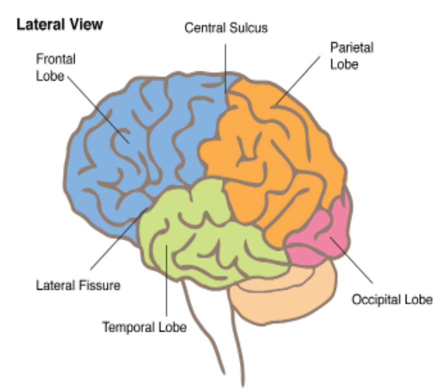


Figure 18: A lateral view of the human cerebral cortex, with lobes illustrated in different colors.

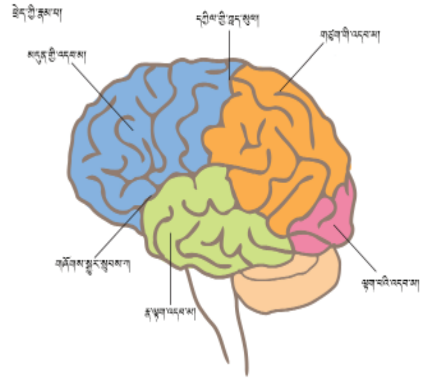
མིག

ཆེ་འགྱུར་བྱས་པའི་མིག་གི་རྣམ་པ་(དཔེ་རིས། ༡༧ ག)དེར་མཐོང་ཆོར་སྐོར་གྱི་སྔར་གྱི་བྱུང་བ་དག་དང་འབྲེལ་ཆེ་བའི་ཆ་ཤས་འགའ་ཞིག་ངོས་འཛིན་བྱས་ཡོད་པ་ང་ཚོས་མཐོང་ཐུབ། ཆ་ཤས་དེ་དག་ཁྲོད་དེད་ཀྱི་ཕ་རྒྱན་གྱི་བྱུང་བ་དང་འབྲེལ་བ་ནི་དྭངས་གཟུགས་དེ་རེད། དྭངས་གཟུགས་འདིས་མིག་གཡོགས་ཤིང་། མིག་གི་མཐོང་ནུས་ཀྱི་ཚད་ཇོགས་པ་ལ་འདི་ཉིད་ངེས་པར་དྭངས་གཙང་དུ་གྱུར་དགོས་པ་ང་ཚོས་ཤེས་ཡོད། དྭངས་གཟུགས་ཀྱི་རྒྱབ་ཏུ་གང་གིས་མིག་ཁེངས་པར་བྱེད་པའི་ཆུ་གཤེར་དེ་ཡོད། མིག་གི་རྒྱབ་ངོས་སུ་ནང་ཤུན་གྱི་ཚུལ་དུ་འགྲམས་ནས་ཡོད་པའི་**དྲ་སྐྱི**་དེ་ཡང་ང་ཚོས་མཐོང་ཐུབ། འདི་ནི་མིག་གི་ཆ་ཤས་གལ་ཆེན་ཞིག་ཡིན་པ་སྔར་གྱི་བྱུང་བ་ཁ་ཤས་ནང་གསལ་ཡོད། དྲ་སྐྱིར་འོད་ལེན་ཕྲ་ཕུང་དེ་འདྲ་ཡོད་ཅིང་། དེ་དག་གིས་**དྭངས་གཟུགས**་དང་**ཆུ་གཤེར**་བརྒྱུད་དེ་རྒྱུ་བའི་འོད་ཀྱི་དངོས་པོ་གཟུང་ཞིང་ཚོར་ནུས། དྭངས་གཟུགས་ལ་མ་རེག་གོང་དུ་འོད་ཀྱི་དངོས་པོ་དེ་ཐོག་མར་སྤྱིན་སྐྱི་བརྒྱུད་དེ་འགྲོ་ལ། དེ་ནས་འཇའ་སྐྱི་བཅད་དེ་འགྲོ་ཞིང་། (འཇའ་སྐྱི་ནི་མིག་གི་ཚོན་མདངས་སྤྲིན་མཁན་དེ་ཡིན།) མཐར་མིག་གི་རྒྱལ་མོ་ནུ་འཁོད་པ་འཇའ་སྐྱིའི་དབུས་ཀྱི་སྒོར་གཟུགས་ཅན་གྱི་སྟོང་ཆ་བཅད་དེ་འགྲོའོ།།

དཔེ་རིས་དེའི་ནང་མིང་འདོན་བྱས་པའི་མིག་གི་ཆ་ཤས་གཞན་ཁག་ཅིག་ཡོད་པ་དེ་དག་སྐོར་ང་ཚོས་ད་བར་ཞིབ་གླེང་བྱས་མེད་ཅིང་། དེ་དག་གི་ཁོངས་སུ་དྭངས་ཆུ་དང་འཁོར་ཚུགས་ཀྱི་རྩ་བ་འདུ་སྐྱེད་པ་དང་ཕྱིའི་ཆ་ཤས་ཡིན་པ་ཞིག་ཚུད་ཡོད། ངེས་ན་དཔེར་ན་ད་ལྟའི་ཚིག་སྒྲུབ་འདི་ཀློག་པའི་སྐབས་ལ་ཆ་མཚོན་ན། དེར་ངེས་པར་མགོ་བའི་གསལ་ལ་དམིགས་བཙུགས་པའི་མཐོང་ཆོར་གྱི་ནུས་པ་དེ་སྐྱིད་པར་རམ་འདེགས་བྱེད། དེ་བཞིན་དུ་(མིག་གི་ཕྱི་ནང་གཉིས་སུ་འཁོད་པའི་)མིག་གི་ཤ་གནད་དེ་འདྲ་ཡོད་ཅིང་། དེ་དག་གི་བྱེད་སྒོ་དང་གནད་འགག་གཙོ་ཆེ་བ་རྣམས་ང་ཚོས་མི་རིང་བར་འགྲེལ་མཚོན་བྱ་རྒྱུ་ཡིན།

དཔེ་རིས་ ༡༧ ཁ་ དང་ ༡༧ ག་ དག་ཏུ་མིག་གི་དབང་རྩ་དེ་མིག་གི་རྒྱབ་ཕྱོགས་ནས་ཕྱི་རུ་འབུ་བཞིན་པ་ང་ཚོས་མཐོང་ལ། དེར་དབང་རྩ་འདིས་ང་ཚོའི་མིག་དེ་ཀླད་པར་སྦྲེལ་བར་བྱེད་པ་ཆེས་གསལ་བར་མངོན་ཐུབ། གལ་ཏེ་སྔར་གྱི་བྱུང་བ་ལྟ་བའི་ནང་གླེང་འགྲེལ་བྱས་པའི་ མིག་རྩའི་འཕེལ་སྐྱོན་ལྟ་བུའི་འཁྲུག་སྐྱོན་ཞིག་གིས་སྦྲེལ་མཐུད་དེར་གནོད་པ་བཟོས་ཚེ་དེས་མཐོང་ཆོར་ལ་ཚབས་ཆེའི་ཤུགས་རྐྱེན་སྤྲོད་སྲིད་པ་རེད།

དཔེ་རིས་ ༡༧ ཁ་ དེ་ནི་སྟེང་ནས་མར་བལྟས་པའི་རྣམ་པ་ཞིག་ཡིན། (འདི་ལ་གསེག་གཤགས་ཀྱི་རྣམ་པ་ཟེར།) དཔེ་རིས་དེར་བསྟན་པ་ནི་མིག་འབྲས་གཉིས་ནས་འཐོན་པའི་མིག་གི་དབང་རྩ་དག་དང་། དབང་རྩ་དེ་དག་ཀླད་པར་འཚང་བའི་བར་གྱི་བགྲོད་ལམ་བཅས་ཡིན། དེ་ཡང་མིག་གི་སྦྲེལ་མཐུད་དེ་ཀླད་པའི་ཕྱོགས་གཉིས་ཀར་(དེ་དག་ལ་ཟླུམ་ཕྱེད་དུ་འབོད་)ཡོད་པ་ཁྱེད་ཀྱིས་མཐོང་ཐུབ། ཡང་མཐོང་ཆོར་དང་འབྲེལ་བའི་ཀླད་པའི་ཆ་ཤས་འགངས་ཆེན་དུ་མའི་ཁྲོད་ནས་གཉིས་ཀྱི་མིང་འདོན་བྱས་ཡོད་པ་དེ་དག་ནི། ཀླད་སྦུག་ཁུལ་གྱི་འཕྲེད་ཀྱི་ལྷ་ངའི་ཀླད་ཞོ་དང་མཐོང་ཆོར་ཀླད་ཤུན་བཅས་རེད། ཀླད་པའི་རྒྱ་ཁྱོན་གྱི་གསུམ་ཆ་གཅིག་ཡོངས་རྫོགས་མཐོང་ཆོར་དང་འབྲེལ་བའི་བྱེད་ལས་ལ་ཞུགས་ཡོད།



དཔེ་རིས། ༡༨ ཀླད་འདབ་རྣམས་ཚོན་མདངས་སོ་སོར་མཚོན་ནས་བཀོད་པའི་མིའི་ཀླད་ཆེན་ཕྱི་ཤུན་གྱི་ལོགས་ངོས་ཀྱི་རིས་འགྲེལ་རྣམ་པ།

ཀླད་པ།

ང་ཚོས་ཀླད་པར་ལྟ་སྐོར་འཁྲུག་ཙམ་ཞིག་མ་བྱས་གོང་དེར། རྒྱུན་དུ་དབང་རྩ་ཚན་རིག་པ་རྣམས་ཀྱིས་ཀླད་པའི་ཆ་ལག་དག་ལ་ངོས་འཛིན་ངོ་སྤྲོད་བྱེད་པར་བཀོལ་སྤྱོད་བྱེད་པའི་བརྡ་ཆད་རྣམས་དཔེ་རིས་ ༡༩ (ཤོག་གྲངས་རྗེས་མར་ལྟོས།) འདིས་ང་ཚོར་ངོ་སྤྲོད་བྱེད་ཀྱི་ཡོད། བརྡ་ཆད་འདི་དག་སེམས་ལ་ངེས་དགོས་པ་གལ་ཆེ་ཡིན་པ་ནི། བརྡ་ཆད་འདི་དག་བརྒྱུད་འབྲེལ་ཡོད་གྲོས་སྟུར་གསལ་བཤད་ནམ་ཡིན་སྐབས་ཀླད་པའི་ཆ་ཤས་དེ་དག་འཛུག་མེད་དུ་ངོས་འཛིན་ཐུབ་པར་ཕན་ཐོགས་ཡོད་པས་ཡིན། དེར་མ་ཟད། འདིར་ཀླད་པའི་ཕྲེད་དོས་ཀྱི་རྣམ་པ་ཞིག་ཀྱང་བསྟན་པ་ནི་ཀླད་ཆེན་ཕྱི་ཤུན་ཁྲོན་ཡོངས་ཀྱི་སྣེ་ཚན་ནམ་འདབ་མ་རྣམས་རིས་འགྲེལ་བྱེད་པའི་ཆེད་ཡིན་(དཔེ་རིས། ༡༨)། སལ་ཁེའམ་སལ་སི་(ཡང་ན་ཞུང་ཚིག་ཏུ་སལ་ཁསི་)སྟེ་**ཀླད་སྲུལ**་ཞེས་པ་ཀླད་ཆེན་ཕྱི་ཤུན་སྟེང་དུ་ཆགས་པའི་གཤོང་བུའི་རྣམ་པ་དག་ལ་བཏགས་པའི་ཐ་སྙད་ཡིན་པ་དང་། ཀླད་སྲུལ་གཤོང་བུ་དེ་དག་གིས་ཛཡི་རཡི་(ཞུང་ཚིག་ཏུ་ཛཡི་རསི་)སྟེ་**ཟེ་རྒྱུད**་དུ་འབོད་པ་ཕྱི་ཤུན་དེའི་

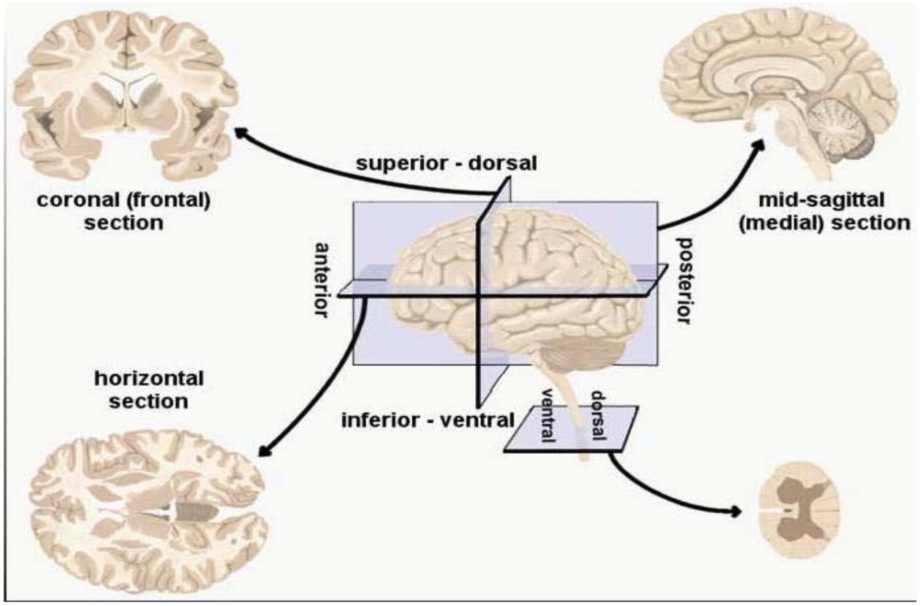


Figure 19: Anatomical directions and reference planes of the brain. In terms of anatomy, the front of the brain, nearest the face, is referred to as the anterior end, and polar opposite to the anterior end is the posterior end, referring to the back of the head. Superior (sometimes called dorsal) refers to the direction toward the top of the head, and inferior (sometimes called ventral) refers to the direction toward the neck/body. In terms of reference planes, the sagittal plane divides the brain into left and right portions, the coronal plane divides the brain into anterior and posterior portions, and the axial (sometimes called horizontal) plane divides the brain into superior and inferior portions. More information on anatomical directions can be found at: http://en.wikipedia.org/wiki/Anatomical_terms_of_location

newest part of the brain with the most refined and complex functional capacities. As we review the rest of the brain and its functions, note the many parts related directly or indirectly to vision.

We have also already mentioned the frontal lobe, in connection with language. The **frontal lobe** is also important in controlling movement, planning behavior, and executive or overseeing functions. The **parietal lobe** is posterior to the frontal lobe and is involved in sensory function and associations. Posterior to this is the **occipital lobe**, especially important in vision, so more on this one later. The **temporal lobe** is below (inferior to) the frontal and parietal lobes and is involved in the control of hearing. Also, note in figure 19 the parietotemporal-occipital region where these three lobes meet and the region in which those with prosopagnosia (stories 2, 3, and 4) have lesions or cancer.

Figure 20 allows a brief tour of the parts of your brain we just discussed plus those below the cortex. The figure shows the brain from a mid-sagittal view (meaning cut down the middle). Note, however, that many of the parts of the brain we will now discuss, although only shown once here, actually occur in pairs, one on each side of the brain. In the figure, we see that the cerebral cortex and its lobes extend over the entire brain and its hemispheres.

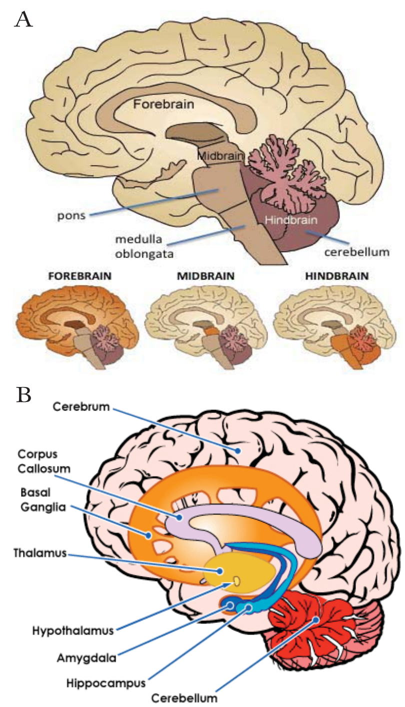
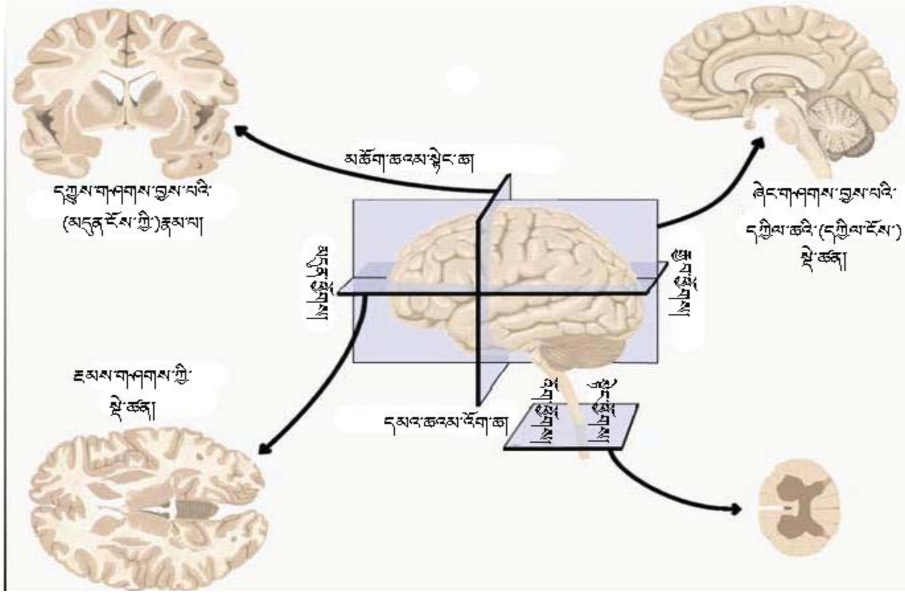


Figure 20: A. A mid-sagittal overview of forebrain, midbrain, and hindbrain, including names of structures in the hindbrain. In the lower panels, the respective sections of brain are colored in orange brown. B. A mid-sagittal view of the human brain showing key structures of the forebrain, as well as the cerebellum.

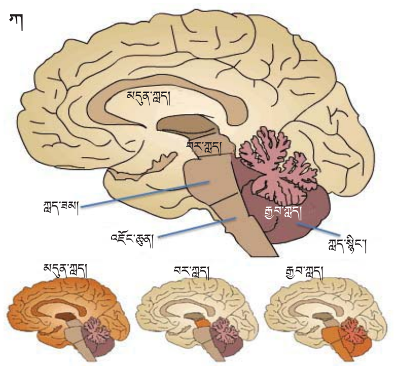


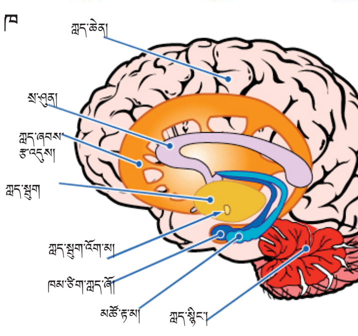
དཔེ་རིས། ༡༩ ཀླད་པའི་ཆ་ཤས་དག་གི་ཕྱོགས་སྟོན་གནས་ལུགས་དང་ངོས་སྟོན་གནས་ལུགས་འགྲེལ་མཚོན་བྱེད་པའི་ཁྱད་རིས་རྣམ་པ་ཞིག དེ་ཡང་འཁོད་ལུགས་ཀྱི་ཆ་ནས། ཀླད་པའི་མདུན་གྱི་ཆ་སྟེ་གང་ཞིག་ངོ་གདོང་ལ་ཉེ་ཤོས་སུ་འཁོད་པ་དེར་མདུན་སྣེ་ཟེར་ཞིང་། དེའི་ལྡོག་ཟློག་གི་ཕྱོག་ཆ་སྟེ་མགོ་ཡིའི་རྒྱབ་ངོས་ཀྱི་ཆ་དེར་རྒྱབ་སྣེ་ཟེར། མགོ་བོའི་རྩེ་མོའི་ཕྱོགས་ཀྱི་ཆ་དེར་མཚོག་ཆ་(འདི་ལ་སྐབས་འགར་སྙིང་ཆ་ཡང་ཟེར་) དང་། ལུས་ཁོག་དང་མཇིང་པའི་ཕྱོགས་ཀྱི་ཆ་དེར་དམའ་ཆ་(འདི་ལ་སྐབས་འགར་འོག་ཆ་ཡང་ཟེར་)ཟེར་བ་རེད། གཤགས་ལུགས་ཀྱི་ཆ་ནས། ཞེང་གཤགས་ཀྱི་རྣམ་པས་ཀླད་པ་དེ་ཉིད་གཡོན་གཡས་གཡོན་གྱི་ཆ་གཉིས་སུ་གཤགས་པའི་སྡེ་ཚན་མཚོན་པ་དང་། དཀྱུས་གཤགས་ཀྱི་རྣམ་པས་ཀླད་པ་དེ་ཉིད་རྒྱབ་མདུན་གྱི་ཆ་གཉིས་སུ་གཤགས་པའི་སྡེ་ཚན་མཚོན། དེ་ལས་གཞན་གསེག་གཤགས་(འདི་ལ་སྐབས་འགར་རྫམས་གཤགས་ཀྱང་ཟེར་)ཀྱི་རྣམ་པས་ནི་ཀླད་པ་དེ་ཉིད་མཚོག་དམའ་(སྙིང་འོག་)ཡི་ཆ་གཉིས་སུ་བཀྲོད་པའི་སྡེ་ཚན་མཚོན་ནོ། །ཕྱོགས་སྟོན་གནས་ལུགས་དང་འབྲེལ་བའི་ཆ་འཕྲིན་གཞན་ཡང་གཤམ་གསལ་དྲ་ཚིགས་ནས་ཤེས་ཐུབ། http://en.wikipedia.org/wiki/Anatomical_terms_of_location

ཁྲོན་གྱི་འབྱུར་པོའི་རྣམ་པ་དག་ལ་བསྒོར་ནས་གནས་ཡོད། སྔོན་འགྲོའི་སློབ་དེབ་འདིའི་ནང་གི་བཤད་པ་སྔ་མ་དག་ལས་ཁྱེད་ཀྱིས་ཕྱིར་དྲན་ནུས་པ་བཞིན། འཕེལ་འགྱུར་གྱི་དུས་ཀྱི་རྒྱུན་ཐག་ཁྲོད་ཀླད་ཆེན་ཕྱི་ཤུན་ནི་ད་ཅང་ཞིབ་ཚགས་ལ་རྟོག་འཛིང་རང་བཞིན་གྱི་བྱེད་ནུས་ལྡན་པའི་ཀླད་པའི་ཆ་ཤས་ཆེས་གསར་ཤོས་དེ་རེད། མཚམས་འདིར་ང་ཚོས་ཀླད་པའི་ཆ་ཤས་ལྷག་མ་རྣམས་དང་དེ་དག་གི་བྱེད་ལས་སྐོར་བསྐྱར་ཞིབ་བྱེད་ལ། དེ་དག་ལས་མཐོང་ཚོར་ལ་དངོས་བརྒྱུད་ཅི་ཐད་ནས་འབྲེལ་བ་ཡོད་པ་རྣམས་ལ་ཁྱེད་ཀྱིས་ཡིད་འཇོག་བྱེད་དགོས།

ང་ཚོས་གོང་དུ་སྐད་བརྡ་དང་འབྲེལ་ནས་ཀླད་པའི་མདུན་འདབ་སྐོར་གླེང་ཟིན། མདུན་འདབ་འདི་ནི་འཁྲུལ་བསྐྱོད་ལ་སྟངས་འཛིན་བྱེད་པ་དང་། གཤིས་སྤྱོད་འཆར་འགོད་བྱེད་པ། བྱེད་ལས་ལག་བསྟར་བྱེད་པའམ་རྟོག་ཞིབ་བྱེད་པ་བཅས་ལའང་གལ་འགངས་ཆེ་བ་ཞིག་ཡིན། གཙུག་འདབ་ནི་མདུན་འདབ་ཀྱི་རྒྱབ་ངོས་སུ་ཡོད་ཅིང་། འདི་དབང་ཚོར་དབང་པོའི་བྱེད་ལས་དང་དེའི་སྦྲེལ་བླ་རྣམས་དང་འབྲེལ་བ་ཡོད། འདིའི་རྒྱབ་ངོས་སུ་ནི་ལྟག་འདབ་ཡོད། འདི་ནི་མཐོང་ཚོར་ལ་དམིགས་བཀར་གྱིས་གནད་ཆེ་བ་ཞིག་ཡིན་པས། འདིའི་སྐོར་གཤམ་དུ་མང་ཙམ་གླེང་རྒྱུ་ཡིན། དེ་ནས་རྣ་ལྟག་འདབ་མ་ནི་མདུན་འདབ་དང་གཙུག་འདབ་གཉིས་ཀྱི་འོག་(མཐིལ་)དུ་ཡོད་ཅིང་། ཐོས་ཚོར་གྱི་སྟངས་འཛིན་བྱ་བ་དང་འབྲེལ་བ་ཡོད་མ་ཟད། དཔེ་རིས་ ༡༩ འདིར་གཙུག་སྟུར་མཚམས་དང་ལྟག་པ་སྦྲེལ་བའི་ས་ཁུལ་ཡང་གསལ་ཡོད་པ་ཁྱེད་ཀྱིས་ཡིད་འཇོག་བྱེད་འོས། ས་ཁུལ་དེ་ནི་འདབ་མ་གསུམ་པོའི་སྦྲེལ་མཚམས་ཡིན་ཞིང་། ངོ་ཚོད་རྫོངས་ནད་ཀྱི་ནད་གཞི་ཐོག་པའི་མི་བུ་དག་ལ་(སྔར་གྱི་བྱུང་བ་གཉིས་པ། གསུམ་པ། བཞི་པ)ས་ཁུལ་དེར་འཚམས་སྐྱོན་ནས། ཡང་ན་འབྲས་ནད་ཆགས་ཡོད་པ་རེད།

དཔེ་རིས་ ༡༠ འདིས་གོང་ཙམ་དུ་གླེང་བའི་ཀླད་པའི་ཆ་ཤས་དག་དང་གཞན་ཡང་ཀླད་ཤུན་འོག་གི་ཆ་ཤས་དག་གི་སྐོར་ང་ཚོར་ངོ་སྤྲོད་བྱེད་ལ། དཔེ་རིས་དེར་ཀླད་པའི་ཞེང་གཤགས་ཀྱི་དཀྱིལ་ཆའི་(དཀྱིལ་ནས་གཤགས་པའི་གཞོགས་ཀྱི་ཆ་)རྣམ་པ་མཚོན་ལ། དོན་ཀྱང་འདིར་ཡིད་འཇོག་དགོས་པ་ཞིག་ནི། རིང་པོར་མི་ཐོགས་པར་ང་ཚོས་གྲོས་སྟུར་བྱ་རྒྱུའི་ཀླད་པའི་ཆ་ཤས་རྣམས་དཔེ་རིས་འདིར་ཁེར་རྐྱང་གི་ཚུལ་དུ་བསྟན་མེད། དོན་དངོས་སུ་ནི་དེ་དག་ཀླད་པའི་ཕྱེད་གཉིས་སོ་སོར་རེ་རེ་གྲུབ་པས་ཟུང་ལྡན་དུ་གྲུབ་པ་དེ་ཡིན། དེར་མ་ཟད་དཔེ་རིས་དེར་ཀླད་ཆེན་ཕྱི་ཤུན་དང་དེའི་འདབ་མ་རྣམས་ཀླད་པའི་ཁྲོན་ཡོངས་དང་དེའི་ཀླད་ཕྱེད་དག་ལ་ཁྱབ་པར་བསྟན་པའང་ང་ཚོས་མཐོང་ཐུབ།

ཀ


ཁ


དཔེ་རིས། ༢༠ ཀ ༽ འདི་མདུན་ཀླད། བར་ཀླད། རྒྱབ་ཀླད་བཅས་ཀྱི་སྤྱི་ཁོག་གསལ་བའི་ཀླད་པའི་ཞེང་གཤགས་ཀྱི་དཀྱིལ་ཆའི་རྣམ་པ་ཞིག་རེད། འདིར་རྒྱབ་ཀླད་དུ་གཏོགས་པའི་བཀོད་དབྱིབས་དག་གི་ཐ་སྙད་ཀྱང་གསལ་ཡོད། དཔེ་རིས་ཀྱི་བང་རིམ་འོག་མར་ཀླད་པའི་འབྲེལ་ཡོད་སྡེ་ཚན་རྣམས་ལ་ཚོན་རྩི་ལི་སྨུག་བཏང་ཡོད། ཁ ༽ མིའི་ཀླད་པ་ཞེང་གཤགས་བཏང་བའི་དཀྱིལ་ཆའི་རྣམ་པ་འདིར་མདུན་ཀླད་ཀྱི་བཀོད་དབྱིབས་གཙོ་ཆེ་བ་རྣམས་དང་ཀླད་སྙིང་བཅས་མཚོན་འགྲེལ་བྱས་ཡོད།

Recall from our discussion of brain evolution above that our brains can be divided into the forebrain, midbrain, and hindbrain (Figure 20A). The front of the brain, or **forebrain** contains the **cerebral hemispheres** and the **diencephalon**. In addition to the cerebral cortex which is involved in perception as we discussed above, as well as thought, reason, and movement, the cerebral hemispheres also contain deep in the brain the **hippocampi** involved in memory, the **amygdalae** involved in emotion, and the **basal ganglia** involved in movement. The other part of the forebrain, the diencephalon, includes the **thalami** which process information entering the brain from the rest of the CNS (most importantly for our discussion of vision, the thalami contain the lateral geniculate nuclei, LGN) and the peripheral nervous system, and the **hypothalami**, which regulate many bodily functions in the nervous and endocrine systems such as those that have to do with appetite, sexual behavior, body temperature, and hormone function.

The **hippocampus** and **amygdala** are both parts of the **limbic system**, which is important for the formation of memories and in controlling emotion, decisions, motivation, and learning.

The area of the brain that connects the fore- and **hindbrain** is called the **midbrain**. It controls many sensory and movement processes, as well as the interaction of visual and hearing reflexes (unconscious, automatic reactions to stimuli).

Finally, the hindbrain is composed of the **cerebellum, pons**, and **medulla oblongata**. Together with the midbrain, these three parts make up the **brain stem**, the communicator between the spinal cord and the brain. More specifically, the cerebellum regulates movement, balance, and motor coordination and is involved in learning movement, while the pons communicates information about that movement from the cerebral hemispheres to the cerebellum as well as playing a role in the control of sleep and arousal. The medulla oblongata is responsible for important **autonomic** (non-conscious) **nervous system** functions like digestion and breathing.

In this primer we're not spending a lot of time with many of these parts, but you should know where they are located and in what functions they are involved, as they are all important in different ways for your development and behavior as a person. Also, keep in mind these points: (1) their location and function was discovered through the functional neuroanatomical approaches we discussed above; (2) although not necessarily connected *directly* to vision, most of these regions of the brain connect to vision in some way; for example they may play a role in eye movements or the connections between what we see and what we learn or feel; (3) because these and many brain functions are

གོང་དུ་གསལ་བའི་ཀླད་པའི་འཕེལ་འགྱུར་སྐོར་གྱི་བཤད་པ་ལས་ང་ཚོས་ཀླད་པ་དེ་མདུན་ཀླད། བར་ཀླད། རྒྱབ་ཀླད་(དཔེ་རིས། ༡༠ ཀ)བཅས་གསུམ་དུ་ཕྱེ་ཆོག་པ་དེ་ཕྱིར་དྲན་བྱེད་དགོས། ཀླད་པའི་མདུན་ངོས་ཀྱི་ཆ་སྣེ་**མདུན་ཀླད་**ཀྱི་ཁོངས་སུ་**ཀླད་ཆེན་གྱིས་བསྡུས་པའི་ཀླད་ཕྱེད་**དག་དང་བར་གྱི་**འབུར་ཆ་**བཅས་ཚུད་ཡོད། དེ་ལ་ཀླད་ཆེན་གྱིས་བསྡུས་པའི་ཀླད་ཕྱེད་དག་གི་ཁོངས་སུ་སྤྱར་གླིང་བ་བཞིན། འདུ་ཤེས་དང་། ནམ་རྟོག་དང་། རིགས་རྩལ། འགྲུལ་བསྐྱོད་བཅས་དང་སྦྲེལ་བའི་ཀླད་ཆེན་ཕྱི་ཤུན་ཙམ་དུ་མ་ཟད། དྲན་པ་དང་སྦྲེལ་ཞིང་ཀླད་པའི་སྙིང་དུ་འཁོད་པའི་**མཚོ་རྟ་མ་**རྣམས་དང་། སེམས་སྐྱོང་དང་སྦྲེལ་བའི་**ཁམ་ཅིག་ཀླད་ཆ།** གཡོ་འགྲུལ་དང་སྦྲེལ་བའི་ཀླད་ཞབས་རྩ་འདུས་བཅས་ཀྱང་ཚུད་ཡོད། མིང་ལ་བར་གྱི་འབུར་ཆ་རུ་འབོད་པ་མདུན་ཀླད་ཀྱི་ཆ་གཞན་དེའི་ཁོངས་སུ་ལྷེ་བའི་དབང་རྩ་མ་ལག་གི་ཆ་ཤས་ལྷག་མ་དག་ནས་ཀླད་པར་དྲངས་པའི་ཆ་འཕྲིན་དབྱེ་གཅོད་བྱེད་པར་ཞུགས་པའི་**ཀླད་སྦུག་**དག་(མཐོང་ཚོར་སྐོར་གྱི་ང་ཚོའི་གོ་བསྡུར་འདིར་ཏུ་ཅང་གལ་ཆེ་བའི་ཀླད་སྦུག་དེར་འཕྲེད་ཀྱི་ལྟ་ངའི་ཀླད་ཆོ་སྣེ་སྐྱང་ཐིགས་སུ་ཨིལ་ཌི་ཨིན་ཞེས་པ་དེ་འདུས་ཡོད་)དང་། མཐའ་འཁོར་དབང་རྩ་མ་ལག་དང་། གཞན་ཡང་ཟས་ཀྱི་དང་ག་དང་། འཁྲིག་པའི་བྱ་སྤྱོད། ལུས་ཀྱི་དྲོད་ཚད། ཚིན་རླུས་བཅས་ཀྱི་བྱེད་ལས་དང་འབྲེལ་བའི་ནང་རྩེན་མ་ལག་དང་དབང་རྩ་མ་ལག་གཉིས་ཀའི་ནང་གི་ལུས་ཁམས་ཀྱི་བྱེད་ལས་མང་དག་ཅིག་ལ་སྙོམས་སྒྲིག་བྱེད་པའི་**ཀླད་སྦུག་འོག་མ་**དག་བཅས་ཚུད་ཡོད།

དེ་ལ་མཚོ་རྟ་མ་དང་ཁམ་ཅིག་ཀླད་ཆ་གཉིས་ཀ་**མཐའ་འཁོར་མ་ལག་**གི་ཆ་ཤས་ཡིན་ཞིང་། མ་ལག་འདི་ནི་དྲན་པ་འགྲུབ་པར་གནད་ཆེ་བ་མ་ཟད། སེམས་སྐྱོང་དང་། ཐག་གཅོད། ཀུན་སློང་། ཤེས་སྦྱོང་བཅས་ལ་ཚོད་འཛིན་བྱེད་པར་ཡང་གནད་ཆེ་བའི་མ་ལག་ཅིག་ཡིན།

མདུན་ཀླད་དང་**རྒྱབ་ཀླད་**སྦྲེལ་བའི་ཀླད་པའི་ས་ཁུལ་དེར་**བར་ཀླད་**ཟེར་ཞིང་། ས་ཁུལ་དེས་དབང་ཚོར་དང་འགྲུལ་བསྐྱོད་བྱེད་རིམ་རྣམས་ལ་སྟངས་འཛིན་བྱེད་པ་མ་ཟད། མཐོང་ཚོར་ལྡོག་འཁྱིལ་དང་ཐོས་ཚོར་ལྡོག་འཁྱིལ་(ངོ་བདག་སྐྱེ་བོས་ཤེས་ཚོར་མེད་བཞིན་དུ་ལུས་ཁམས་ཀྱི་སློང་རྐྱེན་དག་ལ་སྒྲོད་པའི་རང་འགྲུལ་གྱི་ཡ་ལན་རྣམ་འགྱུར་)དག་གི་དབང་འབྱུང་བའི་ཕན་ཚུན་ལན་སློན་བྱེད་རིམ་དག་ལའང་སྟངས་འཛིན་བྱེད།

མཐའ་དོན། རྒྱབ་ཀླད་ནི་**ཀླད་སྙིང་**དང་། **ཟམ་ཕྲན་**དང་། **འཇོང་རྒྱན་**བཅས་ཀྱིས་གྲུབ་ཅིང་། ཆ་ཤས་འདི་གསུམ་གྱི་སྟེང་དུ་བར་ཀླད་བསྣོམས་པས་བཞི་པོ་དེས་**ཀླད་སྡོང་**གྲུབ། ཀླད་སྡོང་ནི་རྒྱུངས་པ་དང་ཀླད་པའི་དབང་འབྲེལ་མཐུད་ཀྱི་བྱ་བ་སྒྲུབ་མཁན་དེ་རེད། ཐུང་ཟད་དམིགས་བཙུགས་ཏེ་བཤད་ན། ཀླད་སྙིང་གིས་འགྲུལ་བསྐྱོད་དང་། སྙོམས་འཇོག། གཡོ་འགྲུལ་འཚམ་སྒྲིག་བཅས་ཀྱི་བྱ་གཞག་རྣམས་ཚུལ་སྒྲིག་སྟངས་འཛིན་བྱེད་པ་མ་ཟད། འགྲུལ་བསྐྱོད་ཀྱི་བྱེད་རིམ་ལོབས་པར་ཡང་འདི་ཉིད་འབྲེལ་བ་ཡོད། དེ་ལས་གཞན་ཟམ་ཕྲན་ནི་ཀླད་ཆེན་གྱིས་བསྡུས་པའི་ཀླད་ཕྱེད་དག་ནས་ཀླད་སྙིང་བར་འགྲུབ་པའི་འགྲུལ་བསྐྱོད་སྐོར་གྱི་ཆ་འཕྲིན་རྣམས་བརྒྱུད་གཏོང་བྱེད་པ་མ་ཟད། གཉིད་ཡར་ཡུར་གཉིས་ལ་སྟངས་འཛིན་བྱེད་པར་ཡང་འདི་ལ་འགན་ཡོད། ཡང་འཇོང་རྒྱན་ལ་ནི་ཟས་འཇུ་ལེན་དང་དབུགས་འབྱུང་རྔུབ་ལྟ་བུ་(ངོ་བདག་གང་ཟག་དེས་ཤེས་ཚོར་མེད་པར་འགྲུབ་པའི་)**རང་འགྲུལ་དབང་རྩ་མ་ལག་**གི་བྱེད་ལས་གལ་ཆེན་རྣམས་ཀྱི་འགན་འཁྲི་ཡོད།

སྔོན་འགྲོའི་སློབ་དེབ་འདིའི་ནང་ང་ཚོས་གོང་གསལ་ཀླད་པའི་ཆ་ཤས་ཀྱི་ཁོངས་ནས་མང་དག་ཅིག་སྐོར་སྔོན་བཤད་བྱས་མེད་མོད། དེ་ལྟར་ནའང་དེ་དག་གང་དུ་ཡོད་པའི་ས་ཁུལ་དང་། དེ་དག་དང་འབྲེལ་བའི་བྱེད་ལས་རྣམས་ངོས་ཟིན་པ་གནད་ཆེ་སྟེ། དེ་ཀུན་སྒོ་སྣ་ཚོགས་ནས་སྐྱེ་བོ་ཞིག་གི་སྐྱེ་འཕེལ་དང་བྱ་སྤྱོད་རྣམ་འགྱུར་དང་འབྲེལ་བ་ཆེ་བའི་ཕྱིར། དེར་མ་ཟད་ཁྱེད་ཀྱིས་ཡིད་འཇོག་དགོས་པའི་གནས་དོན་འདི་ལྟར་ཡོད་དེ། ༡) ཆ་ཤས་དེ་དག་གི་ཆགས་ས་དང་བྱེད་ལས་བཅས་ནི་གོང་དུ་གྲོས་སྡུར་བྱས་པའི་བྱེད་ལས་ལ་དམིགས་འཛུགས་པའི་དབང་རྩའི་ཕུང་གནས་རིག་པའི་ཐབས་ལམ་བརྒྱུད་ཤེས་རྟོགས་བྱུང་ལ། ༢) ཀླད་པའི་ས་ཁུལ་དེ་དག་ཕལ་མོ་ཆེ་མཐོང་ཚོར་དང་མཐའ་གཅིག་ཏུ་ཐད་ཀར་འབྲེལ་བ་ཞིག་མིན་ཡང་། སྤྱིར་ན་དེ་དང་འབྲེལ་བ་ཡོད་པ་ཞེ་གཅིག་ཡིན་པ་སྟེ། དཔེར་ན། དེ་དག་མིག་འབྲས་ཀྱི་འགྲུལ་བསྐྱོད་དང་འབྲེལ་བ་ཡོད་པའམ། ཡང་ན་དེད་ཚོས་གང་ཞིག་མཐོང་བ་དང་གང་ཞིག་ཤེས་ཤིང་ཚོར་བའི་དབང་གི་མཐུད་སྦྱོར་བཅས་དང་འབྲེལ་བ་ཡོད་ཆོག་པའི་ཕྱིར། ༣) ཆ་ཤས་འདི་དག་དང་ཀླད་པའི་བྱེད་ལས་མང་དག་ཅིག་ཕན་ཚུན་སྦྲེལ་ནས་ཡོད་པའི་རྒྱུ་མཚན་གྱིས་ས་ཁུལ་འདི་དག་གཞི་རིམ་གྱི་བཀོད་པའི་(འདུས་རྟོལ་ལམ་ཕྲ་ཕུང་གི་རིམ་པར་)ཆ་ནས་ངེས་པར་ཕན་ཚུན་སྦྲེལ་ཞིང་གྲུབ་དགོས་པས། ཕན་ཚུན་ཆ་འཕྲིན་བརྗེ་ལེན་བྱེད་ངེས་ཡིན་པ་དང་། དེ་ལྟའི་འབྲེལ་མཐུད་ཀྱང་

connected, then, there must also be structural (molecular/cellular) connections among these regions to allow them to communicate with each other. These connections are made via neurons and other cells of the nervous system; we discuss these in Life Sciences Primer II and will discuss them in more detail in Neuroscience Primer II as well.

INTEGRATING PARTS AND FUNCTIONS: PART I

We have seen how and why the CNS evolved and what its parts are, especially those relevant to vision. How do these parts work together so we can see?

Let's begin to see how these parts interact to construct perception by re-examining and further expanding our list of things that happen when we look at the pictures of His Holiness:

1. **sense**: use our eyes to detect the light reflected from the images
2. **take in and interpret what is sensed**: transfer the information experienced in the eye as light into another kind of signal that can go to the brain, selecting out and 'seeing' only the image and only the important parts of the image from all the other background, synthesizing all the light and pieces of the image we see into one image that 'makes sense', while attaching to this image emotions and past experiences stored in the brain and thus, perceiving the images as that of His Holiness
3. **respond**: signal from the brain based on interpretation leads to relevant response, *that is deciding on a course of action, formulating a plan, and then carrying out that plan*: for example, to the hand muscle to pick up the pictures, to the eye to keep looking at the images, to other parts of the brain and body to feel moved or happy.

Where in the brain do all the required high-level syntheses in this process occur? Using the techniques we discuss above, neuroscientists have further separated the cerebral cortex into particular functional areas (Figure 21) for steps (2) and (3) above, that is for processing either sensory information (eg., step 2 above) or motor information (eg., step 3). We refer to these sensory and motor areas as primary, secondary or tertiary depending on when they are involved in the processing of information. For example, the **primary visual cortex** (also known as V1 for Vision cortex area 1), located at the very posterior end of the occipital lobe, receives the first nervous input from the peripheral nervous system, in this case via the optic nerve from the eye (refer to Figure 17).

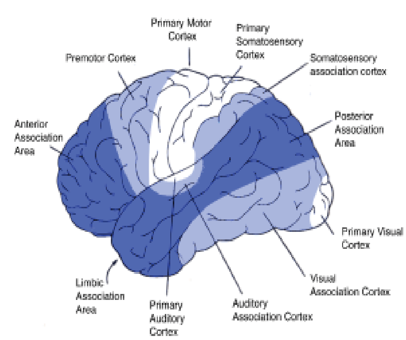


Figure 21: Map of the human cortex, showing primary areas and association areas.

དབང་རྩ་ཕྲ་གཟུགས་རྣམས་དང་དབང་རྩ་མ་ལག་ཏུ་གནོད་སྐྱོན་ཕོག་པའི་ཕྲ་ཕུང་གཞན་དག་བརྒྱུད་དེ་བྱེད་པར་ངེས་སོ། །འདི་དག་སྐོར་སྔར་ཆེ་སྲོག་ཆགས་རིགས་ཀྱི་སྡོན་འགྲོའི་སློབ་དེབ་དང་པོ་དང་གཉིས་པར་གྲོས་སྟུར་བྱས་ལ། སྐད་མར་ཡང་དབང་རྩ་ཅན་རིགས་ཀྱི་སྔོན་འགྲོའི་སློབ་དེབ་གཉིས་པར་འདིའི་སྐོར་ཅུང་ཟད་རྒྱས་པར་གྲོས་སྟུར་བྱའོ།།

དབང་རྩའི་ཆ་ཤས་དང་བྱེད་ལས་ཕན་ཚུན་འཚམ་སྒྲིག་བྱེད་པ། དུམ་ཚན་དང་པོ།

འདི་ཡན་དུ་ལྟེ་བའི་དབང་རྩ་མ་ལག་དེ་ཚུལ་ཇི་ལྟར་དང་དགོས་པ་གང་གི་ཆེད་འཕེལ་འགྱུར་བྱུང་ཡོད་མེད་དང་། མ་ལག་དེའི་ཡན་ལག་སྒྲི་དང་བྱེ་བྲག་ཏུ་མཐོང་ཚོར་དང་འབྲེལ་བ་རྣམས་གང་དང་གང་ཡིན་མིན་བཅས་པ་ང་ཚོས་ཤེས་ཡོད། དེས་ན་ཡན་ལག་དེ་དག་ཚུལ་ཇི་ལྟར་མཉམ་ལས་བྱེད་པའི་སྒོ་ནས་ང་ཚོས་ཡུལ་མཐོང་ཐུབ་པ་འདི་བྱུང་བ་ཡིན་ནམ་ཞེ་ན། དེ་ལ་དེད་ཚོས་ཐོག་མར་"ལྒོང་ས་མཚོག་གི་སྐྱ་པར་མཐའ་བའི་སྐབས་དག་ཏུ་ཕྱིར་འཐེན་པའི་བྱེད་རིམ་རྣམས་ལ་སྣང་ཞིང་ཞིབ་བཤེར་དང་། སྔར་ལས་ལྷག་པར་རྒྱ་བསྐྱེད་པའི་སྒོ་ནས་ཡན་ལག་འདི་དག་ཚུལ་ཇི་ལྟར་ཕན་ཚུན་སྦྱེལ་སྦྱོར་བྱེད་དེ་འདུ་ཤེས་ཀྱི་བསམ་པ་སྐྱེད་ཚུལ་གྱི་གོ་རིམ་ལ་བལྟ་བར་བྱའོ། །དེ་དག་ནི་འདི་ལྟར་ཏེ།

༡། **ཚོར་སྣོད་སྐྱེ་བ།** ཕྱིའི་གཟུགས་བརྙན་ནས་ཕྱིར་ལྡོག་སྟེ་བྱུང་བའི་འོད་མདངས་ཚོར་ཞིང་ཤེས་པའི་ཆེད་དུ་མིག་བགོལ་སྒྲོད་བྱེད་པ།

༢། **གང་ཚོར་བ་དེ་ཉིད་ནང་འཛིན་བྱས་ཏེ་དེ་ལ་གློག་འགྲེལ་བྱེད་པ།** མིག་གིས་འོད་མདངས་ཀྱི་རྣམ་པར་ཉམས་སུ་མྱོང་བའི་ཆ་འཕྲིན་དེ་ཀླད་པར་བསྒྲོད་ཉུང་བའི་བརྡ་འཕྲིན་གཞན་ཞིག་གི་ངོ་བོར་ཕབ་ནས་དེར་འཛིན་བྱེད་པ་དང་། ཀླད་པས་རྒྱབ་ལྗོངས་ཀྱི་དངོས་པོ་གཞན་ཐམས་ཅད་ཀྱི་ཁྲོད་ནས་གཟུགས་བརྙན་དེ་ཉིད་དང་གཟུགས་བརྙན་དེའི་ཆ་ཤས་འགངས་ཆེ་བ་དག་ལོ་ན་འདེམས་སྒྲུག་གིས་དེ་དག་ལོ་ན་མཐོང་བར་བྱེད་པ་དང་། སྐྱེ་བོས་མཐོང་བའི་འོད་མདངས་ཀྱི་ཆ་ཐམས་ཅད་དང་གཟུགས་བརྙན་གྱི་དུམ་བུ་རྣམས་སྤྱོགས་གཅིག་ཏུ་བསྡུས་ཏེ་"དོན་སྙིང་ཡོད་པའི་"གཟུགས་བརྙན་གཅིག་གི་ངོ་བོར་འཆར་བ་དེ་ནི། སྔར་ནས་ཀླད་པར་བསྡོམས་ནས་ཡོད་པའི་འདས་པའི་སེམས་མྱོང་དང་ཉམས་མྱོང་རྣམས་བསྡེབས་པ་ལས་སྣང་བརྙན་དེ་"ལྒོང་ས་མཚོག་གི་ཡིན་པར་འདུ་ཤེས་པ།

༣། **ཡ་ལན་སྤྲོད་པ།** ཀླད་པས་ཀློག་འགྲེལ་ཅི་འདྲ་ཞིག་ཏུ་བྱས་པ་དེ་གཞིར་བྱས་ནས་བརྟེན་པའི་བརྡ་འཕྲིན་ངེས་དོན་འཚམས་ཀྱི་ཡ་ལན་འདེབས་པར་བསྐུལ་བ་སྟེ། *གང་ལ་ཞུགས་རྒྱུའི་བྱ་འགུལ་དོན་ཐིན་པ། དེ་ལ་འཚམས་པའི་ལས་འཆར་བསྒྲིག་པ། དེ་ནས་ལས་འཆར་དེ་ལག་བསྟར་བྱེད་པ་བཅས་ཡིན།* དཔེར་ན། སྐྱེ་བོ་དེ་ལག་པས་ཡར་འདེགས་སུ་འཇུག་པ་ལྟ་བུ་དང་། ཡང་ན་སྣང་བརྙན་དེར་མིག་གིས་མུ་མཐུད་དེ་བལྟ་རུ་འཇུག་པ། དེ་བཞིན་དུ་ཀླད་པ་དང་ལུས་ཀྱི་ཆ་ཤས་གཞན་དག་ལ་བསྐུལ་བའི་ཚོར་བའམ། ཡང་ན་དགའ་སྣང་གི་ཚོར་བ་སྟེར་བ་ལྟ་བུའོ།།

དཔེ་རིས། ༢༡ སྣ་རིམ་ས་ཁུལ་དང་འབྲེལ་མཐུད་ས་ཁུལ་རྣམས་མཚོན་འགྲེལ་བྱེད་པའི་མིའི་ཀླད་ཤུན་གྱི་རིས་བཀྲ།

གོང་གསལ་བྱེད་རིམ་དེར་མགོ་བའི་ཚད་མཐོའི་འཚམ་སྒྲིག་གི་བྱ་བ་དེ་ཀུན་ཀླད་པའི་ཆ་ཤས་གང་དུ་འགྲུབ་བམ་ཞེ་ན། སྔར་གྲོས་སྟུར་བྱས་པའི་ཐབས་རྩལ་དེ་དག་བཀོལ་བའི་སྒོ་ནས་དབང་རྩ་ཅན་རིག་པ་རྣམས་ཀྱིས་གོང་གསལ་གྱི་འབྱུང་རིམ་གཉིས་པ་དང་གསུམ་པ་སོ་སོར་འབྲེལ་བའི་བྱེད་ལས་ངེས་བཟུང་དང་སྦྲེལ་བའི་ཀླད་ཆེན་ཕྱི་ཤུན་གྱི་ཆ་ཁུལ་སོ་སོར་ཕྱེས་ཡོད་(དཔེ་རིས། ༢༡)། དེ་ནི་དབང་ཚོར་ཆ་འཕྲིན་ དབྱེ་གསེས་དང་སྦྲེལ་བའི་ཆ་ཁུལ་(དཔེར་ན་གོང་གི་འབྱུང་རིམ་གཉིས་པ་ལྟ་བུ་)དང་། གཡོ་འགུལ་ཆ་འཕྲིན་དབྱེ་གསེས་དང་སྦྲེལ་བའི་ཆ་ཁུལ་(དཔེར་ན་གོང་གི་འབྱུང་རིམ་གསུམ་པ་ལྟ་བུ་)སོ་སོར་ཕྱེ་བ་ལ་ཟེར། བརྡ་འཕྲིན་དབྱེ་གསེས་ཀྱི་བྱེད་རིམ་ཁྲོད་ས་ཁུལ་སོ་སོར་འབྲེལ་བ་འབྱུང་སྟང་ཕྱི་ལ་གཞིགས་ནས་ང་ཚོས་དབང་ཚོར་དང་གཡོ་འགུལ་ས་ཁུལ་དེ་དག་ལ་ནང་གསེས་སུ་སྣ་རིམ། བར་རིམ། རྟིང་རིམ་ཞེས་སུ་མིང་འདོགས་བྱེད་ལ། དེ་ཡང་དཔེར་ན། ལྟག་པའི་འདབ་མའི་རྒྱབ་སྣར་ཆགས་པའི་**མཐོང་ཚོར་དང་སྦྲེལ་བའི་ཀླད་ཤུན་གྱི་སྣ་རིམ་ཆ་ཁུལ་**(འདི་ལ་ཀླད་ཤུན་ཁུལ་གྱི་མཐོང་ཚོར་ས་ཁུལ་དང་པོ་ཡང་ཟེར་ཞིང་། དེ་ཉིད་བསྡུས་ཏེ་ V1 ཞེས་སུའང་འབོད།)ཟེར་བ་དེར་མཐའ་འཁོར་དབང་རྩ་མ་ལག་ནས་བཏང་བའི་དབང་རྩའི་བརྡ་འཕྲིན་དང་པོ་དེ་འབྱོར་གྱི་ཡོད། དེ་ཡང་སྐབས་འདིར་མཐོང་ཚོར་དང་འབྲེལ་བས་དེའི་ཆ་ནས་བཤད་ན། གོང་གསལ་བརྡ་འཕྲིན་དེ་མིག་འབྲས་ནས་ནར་བའི་མིག་གི་དབང་རྩ་བརྒྱུད་འབྱོར་བ་རེད།(དཔེ་རིས། ༡༧ ལ་འབྲེལ་གཏུགས་གྱིས།)

Surrounding the primary visual cortex, or any primary area, are secondary and tertiary areas that process the more complex aspects of a particular sensory or motor function and integrate information from other primary sensory and motor areas. Then this information from the different senses and lobes is combined in large areas of the cortex (Figure 21) called **association areas.**

We discussed one such association area, the parietotemporal-occipital area, above in our stories about the recognition of faces. This area is so named because it occurs at the intersection of the parietal, temporal, and occipital lobes. This makes sense since it is integrating information gathered in those three areas. Think about the many processes required for recognizing and responding to a face: seeing the face, remembering if you have seen it before and when and in what circumstance, and then developing a response based on that information. Each of these processes happens separately, in discrete parts of the brain, and then all of them must be integrated ('thought through') or else, as we saw in our stories, one is unable to recognize other people.

What does it mean to say association areas 'integrate complex signals from different areas of the brain'? One way to break down the integrating functions of the parietotemporal-occipital and other association areas is to think of these areas as controlling three high-level functions: perception, movement, and motivation. Most behaviors require all three. If we are going to look at the pictures of His Holiness and then perhaps stop and pick one up to more closely consider it, clearly, as we've said, we have to see the pictures first. That information of 'seeing' moves through the primary, then secondary, then tertiary visual association areas and eventually to where the movement to stop and pick up the pictures is planned in the frontal lobe. Information is also sent to the movement (motor) system, which tells the muscles in your arm and hand to move, regulates your posture as you do this and continuously informs the required muscles to move, tense, or relax. All this happens in less than a second.

Overlaid and integrated with these sensory and motor functions is the **motivational system**, which regulates *how fast and effectively* your muscles move to pick up the pictures; this will depend on how excited or interested you are in the pictures. This motivational system is at the same time regulating your autonomic nervous system—how fast does your heart beat? Are you sweating? The hypothalamus is the major controller of these autonomic responses.

མཐོང་ཆོར་གྱི་སྟ་རིམ་ཟླད་ཤུབ་ནས། ཡང་ན་སྟ་རིམ་ས་ཁུལ་ག་འདྲ་ཞིག་ཡིན་རུང་། དེ་དག་གི་མཐའ་འཁོར་དུ་རང་རང་གི་བར་རིམ་དང་རྫིང་རིམ་ས་ཁུལ་དག་ཆགས་ཡོད་ཅིང་། ས་ཁུལ་འདི་དག་ཏུ་དབང་ཆོར་རམ་གཡོ་འགུལ་གྱི་བྱེད་ལས་ངེས་ཅན་ཞིག་གི་རྟོག་འཛིང་ཆེ་བའི་རྣམ་པ་དག་ལ་དབྱེ་གསེས་བྱེད་པས་མ་ཟད། དབང་ཆོར་དང་གཡོ་འགུལ་གྱི་སྟ་རིམ་ས་ཁུལ་གཞན་དག་ནས་སོན་པའི་བརྡ་འཕྲིན་དག་ཀྱང་འདིར་སྡེབ་སྒྲིག་བྱེད་པ་རེད། དེ་རྗེས་དབང་པོ་དང་ཀླད་འདབ་གཞན་དག་ནས་སོན་པའི་བརྡ་འཕྲིན་རྣམས་**འབྲེལ་མཐུད་ས་ཁུལ་**དུ་འབོད་པ་ཀླད་ཤུབ་ཁྲོན་གྱི་ས་ཁུལ་ཆེན་པོ་(དཔེ་རིས། ༡༡)དེ་དག་ཏུ་ཐྲ་སྒྲིལ་གཏོང་བ་རེད།

འདི་ལྟའི་འབྲེལ་མཐུད་ས་ཁུལ་གྱི་གྲས་ཤིག་སྟེ། གཙུག་མཚུར་མཚམས་དང་ལྟག་པ་སྦྲེལ་བའི་ས་ཁུལ་དེའི་སྐོར་ང་ཚོས་གཏོང་ཁང་ཚོད་དང་འབྲེལ་བའི་སྟང་གི་བྱུང་བའི་ཕྲོད་གླེང་ཟིན། ས་ཁུལ་འདིར་མིང་དེ་ལྟར་བཏགས་པའི་རྒྱུ་མཚན་ནི། འདི་ཉིད་སྤྱི་གཙུག་དང་། རྣ་ལྟག ལྟག་པ་བཅས་ཀྱི་འདབ་མའི་སྙོལ་མཚམས་སུ་འཁེལ་བས་ཡིན། འདིར་ས་ཁུལ་གསུམ་པོ་དེ་དག་ནས་བཏུས་པའི་བརྡ་འཕྲིན་རྣམས་སྡེབ་སྒྲིག་བྱེད་པས་མིང་དེ་ལྟར་དུ་བཏགས་པར་གནས་ལུགས་མེད་པ་མིན། མཚམས་འདིར་ཁྱེད་ཀྱིས་མིའི་ངོ་གདོང་ཞིག་ངོ་ཚོད་པ་དང་དེར་ཡ་ལན་སྤྲོད་པའི་བྱ་བར་ཚང་དགོས་པའི་བྱེད་རིམ་དུ་མ་དག་ལ་བསམ་བློ་ཞིག་ཐོངས་དང་། དེ་ལ་ནི་ངོ་གདོང་མཐོང་བ་དང་། དེ་ཉིད་སྔོན་ཆད་མཐོང་ཡོད་མེད་དྲན་པ་གསོ་བ། མཐོང་ཡོད་ཚེ་དུས་ནམ་གྱི་ཚེ་དང་གནས་སྐབས་ཅི་འདྲ་ཞིག་ཏུ་ཡིན་མིན། ཆ་འཕྲིན་དེ་གཞི་ལ་བྱས་ནས་དེར་ཡ་ལན་གྱི་རིམ་པ་འཚམ་པོ་ཞིག་གོ་སྒྲིག་བྱེད་དགོས་པ་བཅས་འདུས་ཡོད། བྱེད་རིམ་འདི་ཀུན་རེ་རེ་ནས་དུས་ཚིགས་སོ་སོར་དང་། ཀླད་པའི་ཆ་ཤས་ཐ་དད་སོ་སོར་འགྲུབ་ལ། དེ་ནས་དེ་ཀུན་སྡེབ་སྒྲིག་(བསམ་གཞིག་ཞིབ་མོ་བརྒྱུད་པ་)འཕྲུས་ཚང་བརྒྱུད་དགོས་པ་ཡོད་དེ། དེ་ལྟར་མ་བྱས་ཚེ་གོང་དུ་བྱུང་བ་རེ་ཟུང་ནང་གསལ་བ་བཞིན་ངེད་ཚོས་གང་ཟག་གཞན་གྱི་གདོང་ངོ་མི་ཚོད་པར་ཡང་འགྱུར་སྲིད་པའི་ཕྱིར།

འོ་ན་འབྲེལ་མཐུད་ས་ཁུལ་དག་གིས"ཟླད་པའི་ས་ཁུལ་སྣ་ཚོགས་ནས་སོན་པའི་བརྡ་འཕྲིན་རྟོག་འཛིང་ཅན་རྣམས་སྡེབ་སྒྲིག་བྱེད་"པར་བཤད་པའི་གོ་དོན་གང་ཡིན་ཞེ་ན། གཙུག་མཚུར་མཚམས་དང་ལྟག་པ་སྦྲེལ་བའི་ས་ཁུལ་དང་གཞན་ཡང་འབྲེལ་མཐུད་ས་ཁུལ་གཞན་དག་གིས་བསྒྲུབ་པའི་སྡེབ་སྒྲིག་གི་བྱ་བ་དེ་སོ་སོར་གསེས་ཏེ་ལྟ་བའི་ཚུལ་གཅིག་ནི་ས་ཁུལ་འདི་དག་གིས་འདུ་ཤེས་དང་། འགུལ་བསྐྱོད། སྐྱུལ་སློང་སྟེ་ཚད་མཐོའི་བྱེད་ལས་དེ་གསུམ་པོར་སྟངས་འཛིན་བྱེད་པར་མཉམ་འཛོག་བྱེད་རྒྱུ་དེ་རེད། དེ་ཡང་བྱ་སྤྱོད་ཀྱི་རྣམ་འགྱུར་ཕལ་ཆེ་བར་དེ་གསུམ་ག་ཚང་དགོས། གལ་ཏེ་ང་ཚོས་ལྷོང་ས་མཆོག་གི་སྐྱུ་པར་རྣམས་མཐའ་བར་ཞུགས་ནས། མཐར་དེ་དག་ལས་སྐྱུ་པར་གཅིག་བླངས་ཏེ་ཉེ་འཁྲིས་ནས་མཐའ་བར་རྩོམ་པ་ན། གོང་དུ་བཤད་པ་བཞིན་མཚམས་དེར་ང་ཚོས་ཐོག་མར་སྐྱུ་པར་དེ་མཐའ་དགོས་ཤིང་། "མཐལ"བའི་བརྡ་འཕྲིན་དེ་མཐོང་ཆོར་གྱི་སྟ་རིམ་ས་ཁུལ་དང་། དེ་ནས་རིམ་གྱིས་བར་རིམ་དང་རྫིང་རིམ་གྱི་འབྲེལ་མཐུད་ས་ཁུལ་དག་ཏུ་འདྲེན་ལ། མཐར་འདང་ཞིག་བརྒྱབ་སྟེ་སྐྱུ་པར་བྱེ་བྲག་པ་དེ་ཡར་བླང་བར་བློ་འཆར་འདོན་སའི་མདུན་གྱི་འདབ་མའི་བར་འདྲེན་པ་རེད། དེ་བཞིན་དུ་འབྲེལ་ཡོད་བརྡ་འཕྲིན་དེ་འགུལ་བསྐྱོད་(གཡོ་འགུལ་)མ་ལག་བར་འདྲེན་ལ། དེས་ཁྱེད་ཀྱི་ལག་པ་དང་དཔུང་པའི་ཤ་གནད་དག་ལ་འགུལ་བར་བསྐུལ་ཞིང་། དེ་ལྟར་བྱེད་ཀྱིན་དུ་ཁྱེད་ཀྱི་ལུས་ཀྱི་ཚུགས་ཀ་སྙོམས་སྒྲིག་བྱེད་པ་དང་། ཐུ་མཐུད་དུ་འབྲེལ་ཡོད་ཤ་གནད་རྣམས་ལ་སྐབས་བསྟུན་འགུལ་བ་དང་། གྲིམ་པའམ། ཡང་ན་ལྷོད་དགོས་པའི་བཀོད་པ་གཏོང་བ་རེད། འདི་ཀུན་དུས་ཡུན་སྐར་ཆ་གཅིག་གི་ནང་ཚུན་དུ་འགྲུབ་པ་རེད།

དབང་ཆོར་དང་གཡོ་འགུལ་བྱེད་ལས་འདི་དག་གིས་ཡོངས་སུ་ཟིན་ཞིང་། དེ་དག་དང་གཅིག་ཏུ་འཚམ་འགྲིག་ཐེབས་པ་ཞིག་ནི་**སྐྱུལ་སློང་མ་ལག་**དེ་ཡིན་ཞིང་། མ་ལག་འདིས་སྐབས་འབྲེལ་སྐྱུ་པར་དེ་ཡར་བླང་བར་ཞུགས་པའི་ཤ་གནད་དེ་དག་ཚོད་*ཧི་ཙམ་དུ་ཐུར་ལ་འཕྲུས་ཚང་བར*བསྐུལ་དགོས་མིན་གྱི་སྟངས་འཛིན་བྱེད་ལ། དེ་ལྟའི་སྟངས་འཛིན་གྱི་བྱ་བ་དེ་ནི་ཁྱེད་ཉིད་སྐྱུ་པར་དེ་ལ་དམིགས་ཏེ་སྤྲོ་སེམས་ཇི་ཙམ་འཁོལ་མིན་དང་ཇི་ཙམ་དགའ་མོས་ཡོད་མིན་ལ་རག་ལས་པ་རེད། དེ་དང་དུས་མཚུངས་སུ་སྐྱུལ་སློང་མ་ལག་འདིས་ཁྱེད་རྒྱུད་ཀྱི་རང་འགུལ་དབང་རྩ་མ་ལག་ལ་སྟངས་འཛིན་བྱེད་ཚུལ་ནི། ཁྱེད་ཀྱི་སྙིང་ཁམས་མགྱོགས་ཚད་ཇི་ཙམ་གྱིས་བརྫབ་བམ། ཁྱེད་ཉིད་རྟུལ་ཞམ་མེ་བར་འགྱུར་རམ་མི་འགྱུར་བཅས་ལ་སྟངས་འཛིན་བྱེད་པ་བཅས་ལ་གོ དེ་ཡང་འདི་ལྟའི་རང་འགུལ་གྱི་ཚུར་སྣང་དག་ནི་གཙོ་ཆེར་ཀླད་སྨྲུག་འོག་མས་ཚོད་འཛིན་བྱེད་པ་རེད།

All of our brain's major functional systems—sensory, motor, and motivational—have anatomically separate parts and pathways. And these parts are connected to each other by special neurons, which in addition to simply connecting the systems' signals, also modify those signals. Each blind man's experience of the elephant is integrated into a whole picture.

NEURO-MAPS

Perhaps the most stunning characteristic of our 'elephant-perceiving' (visual and other sensory) systems is found in the organization of these anatomically separate pathways; the spatial relationship of the sensory receptors in the peripheral nervous system is maintained at every level throughout the entire nervous system signaling pathway. For example, as we will explore in more detail shortly, if two photoreceptors are neighbors in the eye, then they are connected to neighboring cells in the thalamus, and then these are connected to neighboring cells in the visual cortex.

This phenomenon is called **topographic mapping** in the brain. A topographic map is the ordered projection of neural pathways either from a sensory surface, like the retina or the skin, to one or more structures of the central nervous system, or from the brain to an effector system, like the musculature. Topographic maps appear to be important for processing information and organizing responses, for they are found in all sensory systems and in many motor systems.

Using the many approaches for exploring brain structure and function we have discussed, neuroscientists have identified and described such spatial 'neuro-maps' in our cerebral cortex for both motor and sensory function. See Figure 22 for maps of the primary motor cortex and the primary somatosensory (meaning senses from the body) cortex.

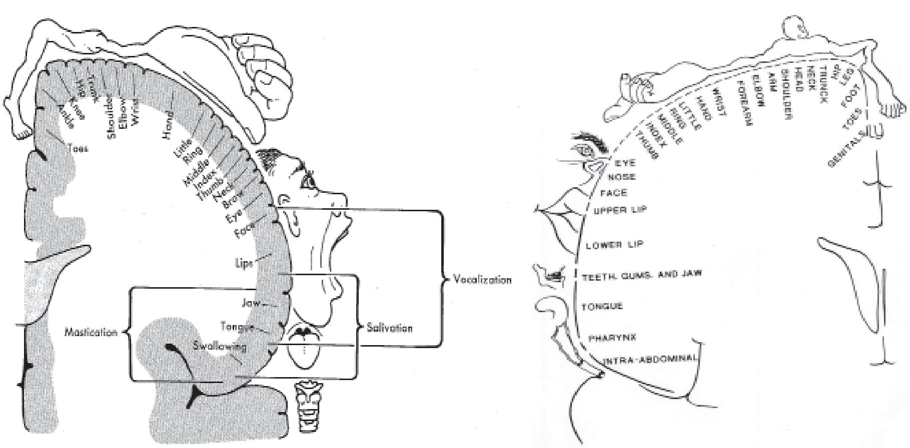


Figure 22: Neuro-maps of the primary motor cortex (left) and the primary somatosensory cortex (right).

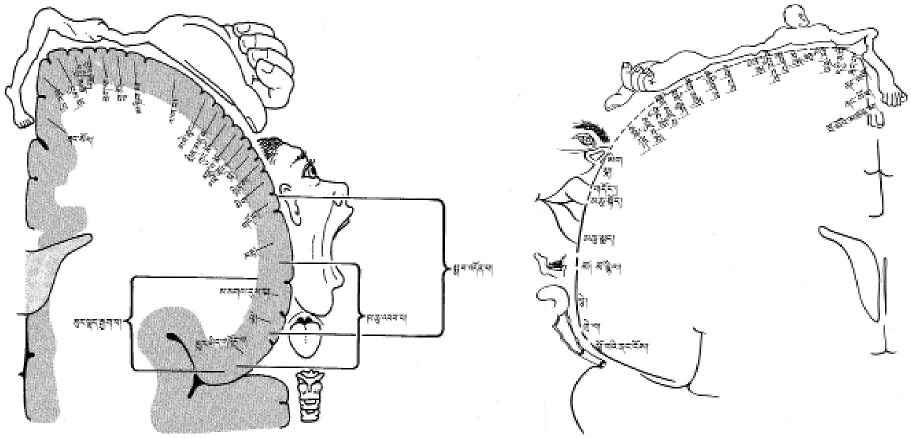
མིའི་གླད་པའི་ལས་ཞུགས་མ་ལག་གཙོ་གྱུར་ཀུན་ཏེ། དབང་རྩ་དང་། གཡོ་འགུལ། རྐྱལ་སློང་བཅས་དང་འབྲེལ་བའི་མ་ལག་རྣམས་ལ་ཕུང་པོའི་གནས་ལུགས་ཀྱི་ཆ་ནས་ཡན་ལག་སོ་སོ་དང་། བརྒྱུད་ལམ་ཡང་ཐ་དད་སོ་སོར་ཡོད་ལ། འོན་ཀྱང་ཡན་ལག་འདི་རྣམས་དབང་རྩ་ཕྲ་གཟུགས་དམིགས་བསལ་ཅན་དག་གིས་ཕན་ཚུན་སྦྲེལ་ནས་ཡོད་ཅིང་། དབང་རྩ་ཕྲ་གཟུགས་འདི་དག་གིས་མ་ལག་སོ་སོའི་བར་འཕྲིན་ཕན་ཚུན་སྦྲེལ་བ་ཙམ་དུ་མ་ཟད། བར་འཕྲིན་དེ་དག་ལ་བཙོས་སྒྱུར་ཡང་གཏོང་བ་རེད། དེས་ན་ཚུལ་དེ་ལྟར་དུ་སྤྱར་གྱི་དམུས་ལོང་ཁེར་རེ་མ་སོ་སོར་ཐོབ་པའི་གླང་པོ་ཆེའི་ཉམས་སྣང་སོ་སོ་བ་དེ་དག་འཆར་སྣང་གང་པོ་ཞིག་ཏུ་འཚམ་སྒྲིག་བྱེད་པ་རེད།

དབང་རྩ་དང་དབང་རྩའི་མཐུད་སྒྲོར་དག་གི་འཁོད་ལུགས།

ང་ཚོའི་རྒྱུད་ཀྱི་"གླང་ཆེན་ཤེས་པའི་"མ་ལག་དག་(མཐོང་ཚོར་དང་དབང་ཚོར་གཞན་)ལ་ཚང་བའི་ཕལ་ཆེར་ཆེས་ངོ་མཚར་སྐྱེ་འོས་ པའི་ཁྱད་ཆོས་ཤིག་ནི། ཆགས་ཚུལ་གྱི་ཆ་ནས་ཐ་དད་སོ་སོར་འཁོད་པའི་རྒྱ་ལམ་འདི་དག་ཕན་ཚུན་འཚམ་འགྲིག་ཚུལ་མཐུན་དུ་འཁོད་པ་དེ་རེད། མཐའ་འཁོར་དབང་རྩ་མ་ལག་ཁྲོད་ཀྱི་དབང་ཚོར་སྣེ་ལེན་པ་ནང་ཕན་ཚུན་ལ་ལྟོས་ཏེ་འཁོད་བསྒྲུན་གྱི་འབྲེལ་བ་དེ་འདྲ་བརྡ་འཕྲིན་གཏོང་ལེན་བྱེད་པའི་དབང་རྩ་མ་ལག་ཁྲོན་གྱི་བང་རིམ་ཀུན་ཏུ་འབྲེལ་ཆགས་སུ་གྲུབ་ཡོད། དཔེར་ན། མྱུར་བར་ང་ཚོས་ཞིབ་ཚགས་སློས་རྒྱུས་ལོན་བྱ་རྒྱུ་བཞིན། གལ་ཏེ་མིག་ནང་གི་འོད་ལེན་ཕྲ་ཕུང་གཉིས་འདབས་ཆགས་སུ་འཁོད་ཡོད་ཆེ་དེ་དག་གླད་སྨུག་ནང་དུའང་འདབས་ཆགས་སུ་གནས་པའི་ཕྲ་ཕུང་དག་དང་མཉམ་དུ་མཐུད་སྦྲོར་གྲུབ་ནས་ཡོད་ངེས་དང་། ཕྲ་ཕུང་ཕྱི་མ་འདི་དག་མཐོང་ཚོར་གླད་ཤུན་ཁྲོན་གྱི་འདབས་གནས་ཕྲ་ཕུང་གཞན་དག་དང་སྦར་ཞིང་མཐུད་སྦྲོར་གྲུབ་ནས་ཡོད་ངེས་རེད།

དོན་གནས་འདི་ལ་གླད་པའི་ནང་གི་**འགྲོས་མཐུན་འཁོད་ལུགས**་ཟེར་བ་རེད། དེས་ན་འགྲོས་མཐུན་འཁོད་ལུགས་ཞེས་པ་ནི་མིག་གི་དྲ་སྐྱི་འམ། ཡང་ན་ལུས་ཀྱི་པགས་པ་ལྟ་བུ་དབང་ཚོར་དབང་པོ་ཞིག་གི་ཁྱད་ངོས་ནས་ལྟེ་བའི་དབང་རྩ་མ་ལག་གི་ཡན་ལག་གཅིག་གམ་དུ་མའི་བར་འགྲོས་མཐུན་དུ་འཁོད་པའི་དབང་རྩའི་རྒྱ་ལམ་དང་། ཡང་ན་གླད་པ་ནས་ལུས་ཀྱི་ཤ་གནད་ཆ་ལག་ལྟ་བུ་ལན་སློང་མ་ལག་ཅིག་གི་བར་འགྲོས་མཐུན་དུ་འཁོད་པའི་དབང་རྩའི་རྒྱ་ལམ་དག་གི་འཁོད་ལུགས་ལ་གོ་བ་རེད། དེ་དག་འགྲུལ་བསྐྱོད་མ་ལག་དུ་མ་དང་དབང་ཚོར་མ་ལག་ཀུན་ལ་ཚང་ལུགས་འདི་ལ་དཔག་ན་འགྲོས་མཐུན་འཁོད་བབ་འདི་དག་བརྡ་འཕྲིན་དབྱེ་གཅོད་བྱེད་རིམ་དང་། དེ་དག་ལ་གདབ་རྒྱུའི་ཡ་ལན་གྱི་རྣམ་གྲངས་གྲུང་བསྒྲིག་པའི་བྱེད་རིམ་ནང་གནད་འགག་གི་གནས་བབ་གཟུང་གི་ཡོད་ཚོད་མངོན།

གོང་དུ་ང་ཚོས་གྲོས་སྟུར་བྱས་པའི་གླད་པའི་ཆགས་བཀོད་དང་བྱེད་ལས་དེ་དག་ལ་འཚོལ་ཞིབ་བྱེད་པའི་ཐབས་ལམ་སྣ་མང་དེ་དག་བཀོལ་སྤྱོད་བྱེད་པའི་སྒོ་ནས་དབང་རྩ་ཚན་རིག་པ་རྣམས་ཀྱིས་ང་ཚོའི་གླད་ཆེན་ཕྱི་ཤུན་ཁྲོད་ཀྱི་གཡོ་འགུལ་དང་དབང་ཚོར་གཉིས་ཀའི་བྱེད་ལས་དང་འབྲེལ་བའི་དབང་རྩའི་འཁོད་འབྲེལ་ངོས་འཛིན་དང་འགྲེལ་བརྗོད་བྱས་ཡོད། གཡོ་འགུལ་གྱི་སྤྱ་རིམ་གླད་ཤུན་དང་ལུས་སྟེང་གི་ཚོར་འཕྲིན་(འདིའི་གོ་དོན་ནི་ལུས་པོའི་སྟེང་ནས་གླད་པར་འགྲོར་བའི་ཚོར་འཕྲིན་ལ་ཟེར་)འགྲོར་སའི་སྤྱ་རིམ་གླད་ཤུན་གཉིས་ཀྱི་འཁོད་བབ་གནས་ལུགས་ཆེད་དཔེ་རིས་ ༣༣ ལ་ལྟོས།



དཔེ་རིས། ༣༣ གཡོ་འགུལ་གྱི་སྤྱ་རིམ་གླད་ཤུན་(གཡོན་)དང་། ལུས་སྟེང་གི་ཚོར་འཕྲིན་འགྲོར་སའི་སྤྱ་རིམ་གླད་ཤུན་(གཡས་)གཉིས་ཀྱི་དབང་རྩའི་འཁོད་བབ་གནས་ལུགས།

Neuro-maps contain neural representations of the body. Notice in the figures that more of the primary cortex is devoted to those regions of the body that have more neurons. This proportionality of neurons is represented in the figures with the drawings of the 'homunculus' or imaginary man—the more neural connections, the larger the relevant part of the man. Why do you think that for both the motor and sensory systems there are so many connections and thus so much space devoted to the face and hands?

Intriguingly, the relative proportionality of neuro-maps and the specific numbers and location of neural connections vary based on experience, especially experiences during key times in a person's development. And since no two people have the exact same experiences, no two brains are the same. We will explore this finding in detail in future Life Sciences and Neuroscience primers. Here is one story to make the point of just how flexible and variable the brain can be:

Mrs. Y was born blind. Mrs. Y worked at a company that translates texts into Braille, the read-by-touch language for blind people, invented by Louis Braille, himself a blind man. Mrs. Y's job was to listen to recordings of texts and type what she heard into a special typewriter to produce Braille versions of the texts to which she was listening.

One day at work, Mrs. Y suddenly collapsed. She was rushed to the hospital where she was diagnosed as having had a stroke—much like the one Broca's patient Tan suffered. However, when the physicians did a brain-scan (Refer to fMRI box, page 68) of Mrs. Y's brain, they saw that the part of her brain that was damaged was the occipital lobe. 'Don't worry,' the physicians said to Mrs. Y, 'the stroke affected the vision part of your brain, but since you have been blind your whole life, you don't need to worry.'

Mrs. Y went back to work soon after. But when she put her fingers on the keys to her Braille typewriter, she suddenly sat up as if she'd been shocked: Mrs. Y could no longer feel the raised Braille letters on her typewriter keys.

Since Mrs. Y was born blind, the part of her brain that normally would have been used for vision was recruited for use by other senses, apparently primarily touch, instead. When the stroke had damaged the vision-turned-into-touch part of her brain, she lost the fine touching ability she once had. This story demonstrates the flexibility of the nervous system, neural connections, and the impact on the brain of genes interwoven with experience.

དབང་རྩའི་འཁོད་བབ་གནས་ལུགས་འདི་དག་གིས་ལུས་པོའི་དབང་རྩའི་གནས་སྟངས་མཚོན་ལ། འདིར་ཡིད་འཇོག་དགོས་པ་ཞིག་ལ། སྔ་རིམ་སྐད་ཤུན་གྱི་རྒྱ་ཁྱོན་ཕལ་མོ་ཆེ་ནི་དབང་རྩ་ཕྲ་གཟུགས་འཛིན་ཆེ་ཡོད་སའི་ལུས་ཀྱི་ས་ཁུལ་དག་དང་འབྲེལ་བ་ཡོད། དེ་ལྟར་དུ་དབང་རྩ་ཕྲ་གཟུགས་ཀྱི་ཁྱབ་ཚད་གནས་ལུགས་དེ་ནི་གོང་གི་སྒྲོ་བརྟགས་ཀྱི་མིའམ་རྫོག་འཆར་གྱི་མིའི་དཔེ་རིས་དེར་གསལ་བའི་ཆ་ཤས་སོ་སོའི་བོངས་ཚད་ཀྱིས་འགྲེལ་མཚོན་བྱས་ཡོད་དེ། མིའི་ལུས་པོའི་ཆ་ཤས་གང་དུ་དབང་རྩའི་མཐུད་སྒྲོར་ཇི་ཙམ་མང་བ་དེའི་ཚོད་ཀྱིས་ཆ་ཤས་དེའི་བོངས་ཚད་ཆེ་བར་བྲིས་པའི་ཕྱིར། ཁྱེད་ཀྱིས་བལྟས་ན་དབང་ཚོར་དང་གཡོ་འགུལ་མ་ལག་གཉིས་པོར་དེ་ལྟ་བུའི་དབང་རྩའི་མཐུད་སྒྲོར་མང་པོ་དགོས་པ་ཅིས་ཡིན་ནམ། གདོང་དང་ལག་མགོ་གཉིས་ཀྱིས་དེ་ལྟ་བུའི་ས་ཁྱོན་འཛིན་ཆེ་བཟོས་པ་ཅིས་ཡིན་ནམ།

དོ་སྣང་འགུགས་ငེས་པ་ཞིག་ལ། མི་ཞིག་གི་འཆར་ལོངས་ཁྲིད་གནད་ཆེའི་དུས་ཚིགས་སོ་སོར་འབྱུས་པའི་རྩྫོང་བ་ལ་གཞིགས་ཏེ་མི་བུ་སོ་སོར་དབང་རྩའི་བཀོད་པ་དང་དབང་རྩ་མཐུད་སྒྲོར་གྱི་གྲངས་དང་ས་ཁུལ་བཅས་པ་ལྟོས་བཅས་ཀྱིས་གཞན་དང་མི་འདྲ་བ་ཡོད། ཇི་ལྟར་མི་བུ་གཉིས་དབར་རྩྫོང་བ་ཆ་ཚང་གཅིག་གྱུར་ཡིན་པ་གཏན་ནས་མི་སྲིད་པ་དེ་བཞིན་དུ། ཕྱོགས་ཐམས་ཅད་ནས་གཅིག་འདྲ་ཡིན་པའི་ཀླད་པ་གཉིས་ཀྱང་འབྱུང་མི་སྲིད། ཚེ་སྲོག་ཚན་རིག་དང་དབང་རྩ་ཚན་རིག་གི་སྔོན་འགྲོའི་དེབ་ཕྲེང་རྗེས་མ་རྣམས་སུ་ང་ཚོས་འདི་འབྲེལ་གྱི་རྙེད་དོན་སྐོར་རྒྱས་པར་ཞིབ་དཔྱད་བྱ་ལ། དེ་ལྟར་ནའང་རེ་ཞིག་ཀླད་པ་འདི་ཅི་འདྲའི་མཉེན་ལ་འགྱུར་སྐྱེན་པ་ཞིག་ཡིན་པར་མཚོན་བྱེད་ཙམ་དུ་དངོས་སྒྲུང་ཞིག་གླེང་ན་འདི་ལྟར།

ཕཡི་ཟེར་བའི་བུད་མེད་ཁོང་སྐྱེས་དུས་ནས་ལོང་བ་ཡིན་ཞིང་། དུས་ཕྱིས་ལས་ཁུངས་ཤིག་ཏུ་དཔེ་དེབ་རྣམས་འབྱུར་ཡིག་ནང་ཚུར་སྤབ་སྒྱུར་བྱེད་པའི་ལས་ཁུར་ཞུས། དེ་ཡང་འབྱུར་ཡིག་ནི་ལོང་བའི་ཆེད་དུ་བཟོས་ཤིང་། རིག་ནས་བརྟག་དགོས་པའི་སྐད་ཡིག་དེར་ཟེར་བ་རེད། སྐད་ཡིག་དེ་དང་ཐོག་བཟོ་མཁན་ལུའི་སྦྲི་རེལ་ཁོང་རང་ཡང་ལོང་བ་ཞིག་ཡིན་འདུག བུད་མེད་ཕཡི་ཁོང་གི་ལས་ཀའི་ངོ་བོ་ནི་དཔེ་དེབ་གཉིས་མིའི་སྦྲ་འདྲུག་འཁོར་ཐག་ལ་ཞན་ཏེ། གང་ཐོས་པ་དེ་མཛུབ་སྣེའི་འཕྲུལ་དཔར་ཐོག་བསྣུན་པའི་སྒོ་ནས་རང་གང་ལ་ཞན་རྒྱུའི་དཔེ་དེབ་དེའི་འབྱུར་ཡིག་གི་ཐབ་འགྱུར་བསྒྱུན་རྒྱུ་དེ་རེད།

ཉིན་ཞིག་ལས་ཀ་བྱེད་སར་ཁོང་སློ་བུར་དུ་འགྱེལ་བས། འཕྲུལ་མར་སྨན་ཁང་དུ་བསྐྱལ་བ་ན་དེར་ཁོང་ལ་ཀླད་རྩ་འགགས་ནད་ཐོག་པར་ར་སྤྲོད་བྱུང་། དེ་ནི་གོང་དུ་སྨན་པ་པོ་རོ་ཀ་ཡིས་ནད་བརྟག་བྱེད་སའི་ནད་པ་ཏན་ལ་ཐོག་པའི་ནད་གཞི་དེ་དང་གཅིག་མཚུངས་རེད། དེ་ནས་སྨན་པ་རྣམས་ཀྱིས་བུད་མེད་ཕཡི་ཡི་ཀླད་པར་བཤེར་དཔར་(ཤོག་གྲངས་ ༥༩ སྟེང་གི་བྱེད་ལས་ཁབ་ལེན་མཉམ་འདར་གློག་དཔར་སྐོར་གྱི་སློམ་བུ་དེར་ལྟོས་)བླངས་ཏེ་བལྟས་པས་མོའི་ལྟག་འདབ་ཀྱི་ཆ་ཤས་ཤིག་ལ་གནོད་སྐྱོན་ཐོག་པ་ཤེས་པ་ན། ཁོང་ཚོས་བུད་མེད་ཕཡི་ལ་བརྗོད་རྒྱུར། ཁྱེད་ཀྱི་ཀླད་རྩ་འགགས་ནད་དེས་ཁྱེད་ཀྱི་ཀླད་པའི་མཐོང་ཚོར་གྱི་ཆ་ལ་ཤུགས་རྐྱེན་བཟོས་འདུག འོན་ཀྱང་ཁྱེད་ནི་སྔ་དུས་ནས་མི་ཆེ་གང་པོར་ལོང་བར་གྱུར་པས་ཁྱེད་ཉིད་བློ་འཚབ་བྱེད་དོན་མ་མཆིས་ཞེས་བརྗོད།

དེ་ནས་རིང་པོ་མ་ལོན་པར་བུད་མེད་ཕཡི་སྔར་བཞིན་ལས་ཀར་བསྐྱོད། དེར་འཁྱོར་ཏེ་འབྱུར་ཡིག་གི་མཛུབ་སྣུན་འཕྲུལ་དཔར་སྟེང་མཛུབ་མོས་བསྣུན་ཙ་ན་དེ་མ་ཉིད་དུ་ཁོང་ཉིད་ཧེང་པོར་གྱུར་པ་བཞིན་དུ་རང་གི་སྡོད་སར་ཅོག་ཅོག་ཕུར་ལུས། དེའི་རྒྱུ་མཚན་ནི་བུད་མེད་ཕཡི་ཡིས་འཕྲུལ་དཔར་སྟེང་གི་འབྱུར་ཡིག་གི་བཀོད་པ་རྣམས་དཀར་གནོད་ཆེར་ཐུབ་ཀྱི་མེད་པ་རེད།

བུད་མེད་ཕཡི་ཁོང་སྐྱེས་ཙམ་ནས་ལོང་བ་ཡིན་པས། སྤྱིར་ན་མཐོང་ཚོར་གྱི་བྱ་བར་སྤྱོད་སྒོ་ཡོད་པའི་ཀླད་པའི་ཆ་ཤས་དེ་དག་ཁོང་རྒྱུད་ཀྱི་དབང་པོ་གཞན་རྣམས་ཀྱིས་རང་རང་ཕྱོགས་སུ་ཁ་སྒྱུར་བཏང་ཡོད་པ་དང་། དེ་དག་ཁྲོད་ནས་གཙོ་ཆེར་རེག་ཚོར་དབང་པོས་རང་སྒྱུར་བྱས་ཡོད་པ་རེད། དེར་བརྟེན་ནམ་ཞིག་ཁོང་རྒྱུད་ཀྱི་ད་གཟོད་རེག་ཚོར་གྱི་ཕྱོགས་སུ་བསྒྱུར་ཟིན་པའི་མཐོང་ཚོར་དང་སྦྲེལ་བའི་ཀླད་པའི་ཆ་ཤས་དེར་ཀླད་རྩ་འགགས་ནད་ཀྱིས་གནོད་སྐྱོན་བཟོས་པ་ན་ཁོང་ལ་ཐུབ་ཡོད་པའི་རེག་རྩོང་གི་ནུས་པ་ཕྲ་མོ་དེ་ད་གཟོད་པོར་བརླག་སོང་ཡོད་པ་རེད། གོང་གི་དངོས་སྒྲུང་འདིས་དབང་རྩ་མ་ལག་དང་དབང་རྩའི་མཐུད་སྒྲོར་དག་ལ་ལྡན་པའི་མཉེན་ལྷུག་གི་རང་བཞིན་འགྲེལ་མཚོན་བྱེད་ལ། དེ་བཞིན་དུ་རྩྫོང་བས་བཅིངས་པའི་རིགས་རྫས་དག་གིས་ཀླད་པའི་སྟེང་ཤུགས་རྐྱེན་ཅི་ཙམ་བཟོ་ཐུབ་ཀྱི་འགྲེལ་མཚོན་ཡང་བྱེད་པ་རེད།

INTEGRATING PARTS AND FUNCTION: PART II

We began this primer with the phenomenon of vision, of seeing pictures that might move us to actions. Quickly, we saw how complicated this seemingly simple process might be. We broke down the phenomenon into several steps and then began to analyze and expand those steps. As we did so, we identified the anatomical parts of our visual and nervous systems that are involved in these steps, and we learned how these parts and their structures and independent functions were discovered. We saw how separate functions were integrated in the brain so higher level functions could occur.

Now we are ready to take these many pieces, structures, functions, and systems and walk through the processes of vision in detail.

START WITH THE LIGHT

The original signal of seeing is light. Light is necessary for us to see the images at the beginning of the primer and anything else. The nature and origins of light and how it forms an image in the brain are very much physical phenomena. In Physics Primer I, we talk about light and images:

> Even though we don't draw rays going in all directions from every point of the object, we must remember that, in fact, every point of the object is reflecting rays in all directions; that's why people can see the object from any direction.
>
> Next, we must define what we mean by image. An image of an object is formed wherever light rays converge or appear to originate. As an important example, consider the image formed by the lens of the eye. The light rays leaving the snow lion's head are spreading out in all directions (Figure 23). Some of these rays enter the eye of someone observing the snow lion. If the observer has good eyesight, all the light rays leaving one point of the snow lion's head are focused onto a single point at the back of the eye [the fovea]. Since light rays converge to this point at the back of the eye, we say that an image of the snow lion is formed at the back of the eye. This kind of image, where light rays converge, is called a real image.

Figure 23: Snow lion

How that image is constructed in the eye and interpreted in the brain is a major part of our discussion. The initial part of this construction is simply receiv-

དབང་རྒྱའི་ཆ་ཤས་དང་བྱེད་ལས་ཕན་ཚུན་འཚམ་སྒྲིག་བྱེད་པ། དུམ་ཚན་གཉིས་པ།

ང་ཚོས་སྔོན་འགྲོའི་སློབ་དེབ་འདི་མཐོང་ཆོར་གྱི་གནས་དོན་ནས་འགོ་བཙུགས་པ་སྟེ། པར་རིས་མཐོང་བ་དེས་སྐྱེ་བོ་དེ་ཉིད་ལས་ལ་བསྐུལ་རྡུང་བའི་གནས་དོན་ནས་འགོ་བཙུགས་ལ། རིང་པོར་མ་བགོར་བར་ང་ཚོས་སྣང་ཚོད་དུ་སླ་བསྡུས་སུ་མངོན་པའི་བྱེད་རིམ་འདི་དོན་དངོས་སུ་ཅི་འདྲའི་རྙོག་འཛིང་ཅན་ཞིག་ཡིན་ཚོག་པ་ཤེས་ཡོད། ང་ཚོས་བྱ་གཞག་དེ་འབྱུང་རིམ་དུ་མར་ཕྱེས་ལ། དེ་ནས་འབྱུང་རིམ་དེ་དག་ལ་དཔྱད་ཞིབ་བྱས་ཤིང་། དེ་དག་ལ་སློས་བཤད་ཀྱང་བྱས། དེ་ལྟར་བྱེད་ཀྱིན་དུ་ང་ཚོས་འབྱུང་རིམ་དེ་དག་དང་སྦྲེལ་བའི་མཐོང་ཆོར་དང་དབང་རྩ་མ་ལག་དག་གི་ཕུང་གནས་ཆ་ཤས་རྣམས་ངོས་འཛིན་བྱས་ལ། དེ་བཞིན་དུ་ང་ཚོས་ཆ་ཤས་དེ་དག་དང་། དེ་དག་གི་ཚགས་དབྱིབས། དེ་དག་གི་རང་འགྱུལ་བྱེད་ལས་བཅས་པ་དང་ཐོག་ཇི་ལྟར་ཤེས་རྟོགས་བྱུང་ཚུལ་ལ་རྒྱུས་ལོན་བྱས། བྱེད་ལས་ཐ་དད་པ་རྣམས་ཀླད་པའི་ནང་སྡེབ་སྒྲིག་བྱེད་པའི་སྒོ་ནས་མཐོ་རིམ་གྱི་བྱེད་ལས་རྣམས་ཇི་ལྟར་འབྱུང་བའི་ཚུལ་ཡང་ང་ཚོས་མཐོང་ཡོད།

ད་ནི་ངེད་རྣམས་དུམ་ཚལ་ཆུང་ངུ་དུ་མ་དེ་དག་དང་། ཚགས་དབྱིབས་དུ་མ་དེ་དག བྱེད་ལས་དུ་མ་དེ་དག མ་ལག་དུ་མ་དེ་དག་ཀུན་ལ་མཉམ་འཛོག་བྱེད་ཀྱིན་དུ་མཐོང་ཆོར་གྱི་བྱེད་རིམ་དག་ལ་ཞིབ་ཚགས་སུ་རྩད་ཞིབ་བྱེད་པར་གྲ་སྒྲིག་ཨང་སར་ཡོད།

འོད་ནས་འགོ་རྩོམ་ཚུལ།

འོད་ནི་ཡུལ་མཐོང་བའི་བྱེད་རིམ་གྱི་འགོ་མའི་མཚོན་རྟགས་དེ་རེད། སྔོན་འགྲོའི་སློབ་དེབ་འདིའི་འགོ་སྐོད་ཀྱི་བརྙན་པར་དག་དང་། དེ་བཞིན་དུ་གཞན་ཅི་ཡིན་ཡང་དེ་ཀུན་ངེད་ཚོས་མཐོང་བ་ལ་འོད་ནི་མེད་མི་རུང་བ་ཞིག་རེད། འོད་ཀྱི་རང་བཞིན་དང་། འོད་ཀྱི་འབྱུང་ཁུངས། འོད་ལ་བརྟེན་ནས་ཀླད་པའི་ནང་གཟུགས་བརྙན་ཇི་ལྟར་འགྲུབ་པའི་ཚུལ་བཅས་ནི་གཞི་རིམ་གྱི་ཆ་ནས་གཟུགས་འགྱུར་གྱི་རང་བཞིན་ཞིག་རེད། དེ་ལྟར་ཡིན་པ་ནི་དངོས་ཁམས་ཚན་རིག་གི་སྔོན་འགྲོའི་སློབ་དེབ་དང་པོའི་ནང་འོད་དང་བརྙན་པར་སྐོར་གྱི་འགྲེལ་བཤད་ཁྲིད་འདི་ལྟར་གསལ་ཡོད་དེ།

> "ང་ཚོས་རི་མོ་འབྲི་བའི་སྐབས་ཅ་དངོས་ག་གེ་མོ་སྟེང་གི་གནས་རེ་རེ་ནས་འོད་ཟེར་ཕྱོགས་ཐམས་ཅད་དུ་འཕྲོ་བཞིན་པ་དེ་འདྲ་མི་འབྲི་མོད། དོན་དངོས་སུ་ནི་དངོས་པོ་དེའི་གནས་རེ་རེ་ནས་ཕྱོགས་ཐམས་ཅད་དུ་འོད་ཟེར་འཕྲོ་གིན་པ་དེ་ང་ཚོས་ངེས་པར་དྲན་དགོས། དེའི་དབང་གིས་དངོས་པོ་དེ་མི་རྣམས་ཀྱིས་ཕྱོགས་གང་ས་ནས་མཐོང་ཐུབ་ཀྱི་ཡོད།" ཅེས་དང་།
>
> "དེ་ནས་ང་ཚོས་གཟུགས་བརྙན་ཞེས་པ་གང་ལ་ཟེར་བའི་ངེས་ཚིག་ངེས་པར་གཏན་ལ་ཕབ་དགོས། གང་དུ་འོད་ཟེར་རྣམས་ཕྱོགས་གཅིག་ཏུ་འདུ་བའམ། ཡང་ན་གང་ནས་འོད་ཟེར་རྣམས་ཐོག་མར་འཐོན་པའི་ཕྱོགས་དེར་ཅ་དངོས་ཀྱི་གཟུགས་བརྙན་འགྲུབ་པ་རེད། འདིའི་དཔེར་མཚོན་གལ་ཆེན་ཞིག་གི་ཚུལ་དུ་མིག་གི་དྭངས་གཟུགས་རྣམས་ཀྱིས་འགྲུབ་པའི་གཟུགས་བརྙན་དེ་ང་ཚོས་བསམ་གཞིར་བཟུང་ཆོག གངས་སེང་གི་མགོའི་སྟེང་ནས་འཐོན་པའི་འོད་ཟེར་རྣམས་ཕྱོགས་ཐམས་ཅད་དུ་འཕྲོ་མོད་(དཔེ་རིས། ༡༣)། འོད་ཟེར་དེ་དག་ལས་འགའ་ཞིག་གངས་སེང་དེ་མཐོང་བའི་སྐྱེ་བོའི་མིག་འབྲས་ཀྱི་ནང་དུ་ཞུགས་ཀྱི་ཡོད། གལ་ཏེ་བལྟ་མཁན་དེའི་མིག་འབྲས་བདེ་འཇགས་ལེགས་པོ་ཡོད་ཆེ། གངས་སེང་དེའི་མགོའི་གནས་ཐེ་བྲག་ཅིག་ནས་ཐོན་པའི་འོད་ཟེར་ཀུན་མི་དེའི་མིག་གི་རྒྱབ་ངོས་ཀྱི་གནས་ཐེ་བྲག་(དོང་ཆུང་ཟེར་བ་)དེར་འདུ་འཛོམ་བྱེད་ལ། མིག་གི་རྒྱབ་ངོས་ཀྱི་གནས་ཐེ་བྲག་དེར་འོད་ཟེར་དེ་རྣམས་འདུ་འཛོམ་བྱས་པར་བརྟེན་ནས་མིག་གི་རྒྱབ་ངོས་དེར་གངས་སེང་གི་གཟུགས་བརྙན་ཞིག་འགྲུབ་ཅེས་ང་ཚོས་ཤོད་ཀྱིན་ཡོད། འོད་ཟེར་གང་དུ་འདུ་སའི་གཟུགས་བརྙན་གྱི་རིགས་ལ་གཟུགས་བརྙན་དངོས་ཟེར་བ་རེད།" ཅེས་སོ།།


དཔེ་རིས། ༡༣ གངས་སེང་།

དེ་འདྲའི་གཟུགས་བརྙན་དེ་མིག་གི་ནང་དུ་ཇི་ལྟར་བསྒྱུན་ཚུལ་དང་། དེ་ནས་དེ་ཉིད་ཀླད་པས་ཇི་ལྟར་གློག་འགྲེལ་བྱེད་ཚུལ་བཅས་ནི་ང་ཚོའི་གྲོས་སྡུར་གྱི་ཆ་ཤས་གཙོ་བོ་ཞིག་ཡིན། དེ་ཡང་བསྒྱུན་པའི་བྱ་བ་འདིའི་འགོ་མའི་ཆ་ནི་འོད་ཟེར་དང་ལེན་བྱེད་པ་དེ་ཙམ་ཡིན་ཞིང་། འདིའི་དང་ལེན་གྱི་བྱ་བ་ནི་མིག་གི་རྒྱབ་ངོས་སུ་འཁོད་པའི་དྲ་སྐྱིའི་ནང་གི་འོད་ལེན་ཕྲ་ཕུང་དག་གིས་འགྲུབ་པ་རེད། དེའི་ཚུལ་ཡང་འདི་ལྟར། འོད་དེ་རིམ་པ་བཞིན་འཇའ་སྐྱི་དང་། མིག་གི་རྒྱལ་མོ། དྭངས་གཟུགས། དེ་ནས་

ing the light. This is the job of photoreceptors in the retina at the *back* of the eye. That's right: light passes all the way through the iris, pupil, lens, and fluid of the eye before it reaches the retina and its photoreceptors (Figure 24). Photoreceptors turn light into electrical and chemical signals that are transferred from neuron to neuron in the optic nerve and into the rest of the brain.

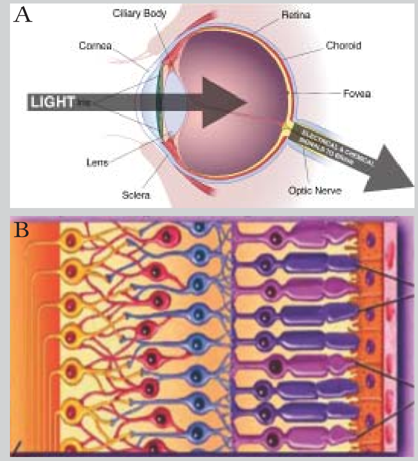


Figure 24: A. Light passing through the eye to the photoreceptors of the retina. B. Photoreceptors in the retina turn light into electrical and chemical signals that's transferred to the brain.

This translation of initial signal by receptors into electrochemical information (the currency of neurons) is very much like what we see in Life Sciences Primer II in our hot cup of chai story. In that story, receptors translated a change in temperature into a change in receptor shape, which led to a change in electrochemistry. We also mentioned touch receptors in that primer; touch receptors translate a change in pressure into a change in receptor shape and thus to a change in electrochemistry.

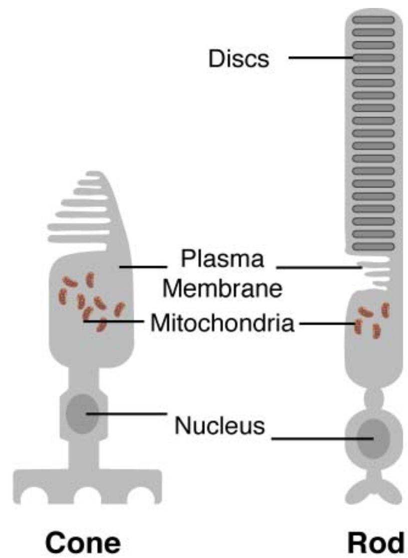


Figure 25: Two types of photoreceptors - Rods and Cones.

Our eyes have two types of photoreceptors: rods and cones (Figure 25). Cones detect color along the visible light spectrum and provide great visual detail, but they require significant light to work effectively. Humans have three types of cones, each specialized to respond maximally to different parts of the visual light spectrum—red, blue and green. Around the fovea, the depression in the retina that helps us see fine detail, there are only cones, while rods are around the retinal edges. We use rods for night vision, but they don't detect color; instead, they are specialized to detect contrast and movement.

If you think about it, you already know about color and night vision: when you are outside at night or if you turn down the lights now where you are reading this, you can still see, but without color (Figure 26). You also know from story 8 above about colorblindness that it can be caused by a mutation in a retinal protein. Not surprisingly, the mutant protein in story 8 is part of the cone photoreceptor involved in translating the light signal into a chemical signal. Mutations in any of the cone proteins can result in colorblindness, which is often specific to particular colors; the most common is red-green color blindness.

A B

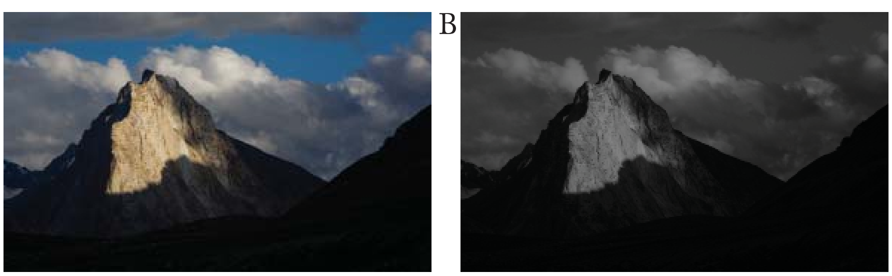


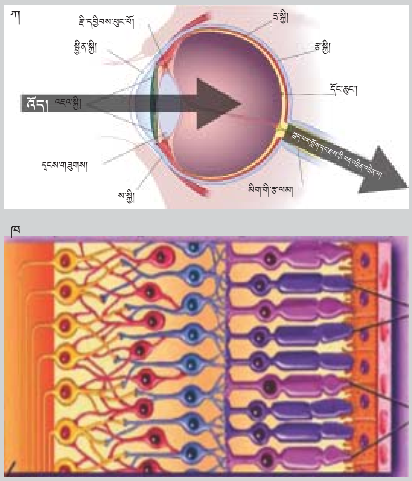
Figure 26: The effects of light on the perception of color. In full daylight(A), color is perceptible, due to the stimulation of cone photoreceptors. As the sun sets the intensity of light decreases (B), the ability to perceive color decreases because the rod photoreceptors are stimulated.

མིག་ནང་གི་ཆུ་གཤེར་ལ་ཐུག་གི་བར་བགྲོད་དེ་མཐར་དྲ་སྐྱི་དང་འོད་ལེན་ཕྲ་ཕུང་དག་ཏུ་འཇོར་ལ (དཔེ་རིས། ༣༤)། དེར་འོད་ལེན་ཕྲ་ཕུང་དག་གིས་འོད་དེ་ཉིད་གློག་དང་རྫས་ཀྱི་བརྡ་འཕྲིན་དག་གི་ངོ་བོར་བསྒྱུར་རྗེས། དེ་དག་དབང་རྩ་ཕྲ་གཟུགས་གཅིག་ནས་དབང་རྩ་ཕྲ་གཟུགས་གཞན་ཞིག་ཏུ་བརྒྱུད་དེ་མིག་གི་རྩ་ལམ་དང་ཀླད་པའི་ཆ་ཤས་ལྷག་མ་རྣམས་སུ་འདྲེན་པ་རེད།

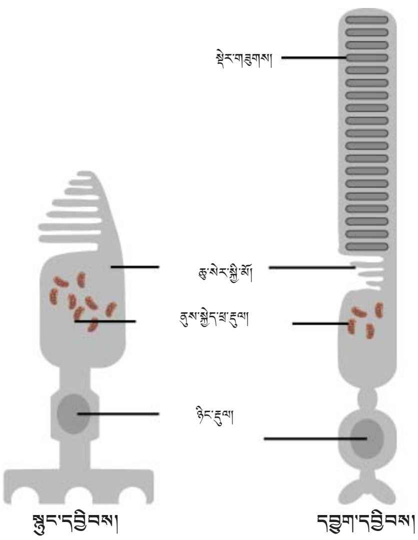
འགོ་མའི་བརྡ་འཕྲིན་དེ་རྣམས་སྣེ་ལེན་པ་དེ་དག་གིས་གློག་རྫས་སྤེལ་བའི་ཆ་འཕྲིན (དབང་རྩའི་བརྒྱུད་ལམ་)གྱི་ངོ་བོར་སྒྱུར་ཚུལ་དེ་ནི་ཆེ་སྲོག་ཚན་རིག་གི་སྔོན་འགྲོའི་སློབ་དེབ་གཉིས་པའི་ནང་ང་ཚོས་སྔར་ཐོས་པའི་ཧ་ཅ་པོ་བློ་ཁུགས་པའི་ཕོར་བ་དང་འབྲེལ་བའི་གཏམ་རྒྱུད་དང་ཆེས་འདྲ་མཚུངས་རེད། དེ་ཡང་སྔར་གྱི་གཏམ་རྒྱུད་དེ་ནི་དྲོད་ཚད་ལ་བརྟེན་པའི་འགྱུར་བ་ཞིག་སྣེ་ལེན་པ་དེ་དག་གིས་སྣེ་ལེན་པའི་ཆགས་དབྱིབས་ལ་བརྟེན་པའི་འགྱུར་བ་ཞིག་གི་ངོ་བོར་སྒྱུར་ཅིང་། དེས་གློག་རྫས་ཀྱི་གཤིས་ལ་འགྱུར་བ་གཏོང་ཚུལ་དེ་རེད། སྔོན་འགྲོའི་སློབ་དེབ་དེར་ང་ཚོས་རིག་ཚོར་སྣེ་ལེན་པའི་སྐོར་ཡང་གླེང་ལ། དེ་ནི་རེག་ཚོར་སྣེ་ལེན་པ་དག་གིས་གནོན་ཤུགས་ལ་བརྟེན་པའི་འགྱུར་བ་ཞིག་སྣེ་ལེན་པའི་ཆགས་དབྱིབས་ལ་བརྟེན་པའི་འགྱུར་བ་ཞིག་གི་ངོ་བོར་སྒྱུར་ཅིང་། དེས་གློག་རྫས་ཀྱི་གཤིས་ལ་འགྱུར་བ་གཏོང་ཚུལ་དང་འབྲེལ་བ་ཞིག་རེད།

ང་ཚོའི་མིག་འབྲས་དག་ལ་འོད་ལེན་ཕྲ་ཕུང་གི་རིགས་གཉིས་ཡོད་པ་ནི་དབྱུག་དབྱིབས་ཕྲ་ཕུང་དང་སྟུང་དབྱིབས་ཕྲ་ཕུང་བཅས་རེད (དཔེ་རིས། ༣༥)། དེ་ལ་སྟུང་དབྱིབས་ཕྲ་ཕུང་རྣམས་ཀྱིས་སྣང་ཟུང་གི་འོད་ཤལ་ཁྲོད་ཁ་དོག་གི་ཆ་རྣམས་ཟད་གཅོད་ཅིང་། ཡུལ་གྱི་དངོས་པོའི་མདོག་རྣམ་གྱི་སྒོས་པ་ཡང་དེས་སྒྲིན་པ་རེད། དེ་ལྟར་ནའང་དེ་དག་གི་བྱ་བ་འཐུས་ཚང་སྒོས་འགྲུབ་པར་འོད་ཀྱི་ཕུང་པོ་འབོར་ཆེ་མཁོ་བ་རེད། དེ་ཡང་མིའི་འགྲོ་བར་སྟུང་དབྱིབས་ཕྲ་ཕུང་གི་རིགས་གསུམ་ཡོད་ཅིང་། དེ་དག་རེ་རེ་ནས་སྣང་ཟུང་འོད་ཤལ་གྱི་ཆ་ཤས་མི་འདྲ་བ་སྟེ། དམར་པོ། སྔོན་པོ། ལྗང་ཁུ་བཅས་ལ་ཚུར་སྣང་འཐུས་ཚང་སྤྲོད་རྒྱུར་དམིགས་བཀར་གྱི་བྱེད་ནུས་ལྡན་ཡོད། ང་ཚོར་ཡུལ་གྱི་ཞིབ་ཆ་ཕྲ་མོ་ནས་མཐོང་བར་རམ་འདེགས་བྱེད་པའི་དོང་ཆུང་སྟེ། དྲ་སྐྱིའི་སྙིང་གི་ཇེབ་གོང་གི་རྣམ་པ་དེའི་མཐའ་འཁོར་དུ་སྟུང་དབྱིབས་ཕྲ་ཕུང་ཁོ་ན་ཡོད་ལ། དེ་ལས་གཞན་དབྱུག་དབྱིབས་ཕྲ་ཕུང་རྣམས་དྲ་སྐྱིའི་མཐའ་མཚམས་དག་ཏུ་ཡོད་པ་རེད། དབྱུག་དབྱིབས་ཕྲ་ཕུང་རྣམས་ང་ཚོས་མཚན་མོའི་མཐོང་ཚོར་བསྐྱེད་པའི་ཆེད་བེད་སྤྱོད་བྱེད་ལ། འོན་ཀྱང་དེ་དག་གིས་ཁ་དོག་རྩད་མི་ཆོད། དེ་དག་ནི་ལྡོག་ཆ་དང་འགྲུལ་བསྐྱོད་ཚོར་བའི་ཆེད་ལས་ཅན་ཡིན།

གལ་ཏེ་ཁྱོད་ཀྱིས་ཚོན་མདོག་མཐོང་ཚོར་དང་མཚན་མོའི་མཐོང་ཚོར་སྐོར་འདང་ཞིག་བརྒྱབ་ན། དེའི་སྐོར་ཐུར་ནས་གང་མཚམས་ཤེས་ཐེན་པ་ཁྱེད་ཀྱིས་ཤེས་ཐུབ། ཁྱེད་ཉིད་མཚན་མོར་ཕྱི་ལོགས་སུ་སྤྱོད་སྐབས་སམ། ཡང་ན་ད་ལྟ་ཁྱེད་ཀྱིས་དེབ་འདི་ཀློག་གིན་དུ་བཞུ་མར་བསྟུས་པ་ཡིན་ན་ཁྱེད་ཀྱིས་མཐུ་མཐུད་དུ་བལྟག་ཐུབ་རྒྱུ་ཡིན་ཡང་དེར་ཚོན་མདངས་ཤར་རྒྱུ་མ་རེད (དཔེ་རིས། ༣༦)། དེར་མ་ཟད། ཕྱར་གྱི་དངོས་སླད་ཁྲོད་ཀྱི་བྱུང་བ་བརྒྱུད་པའི་ནང་ཁྱེད་ཀྱིས་ཚོན་མདོག་ལོང་ནད་སྐོར་ཤེས་ཡོད་ཅིང་། དེ་ནི་དྲ་སྐྱེར་ཆགས་པའི་སྐྱི་རྫས་ཤིག་ལ་རྒྱུན་ལྡན་མིན་པའི་འགྱུར་བག་ཐེབས་པ་ལས་བྱུང་བ་ཞིག་རེད།



དཔེ་རིས། ༣༤ ཀ) མིག་འབྲས་བརྒྱུད་ནས་དྲ་སྐྱིའི་སྙིང་གི་འོད་ལེན་ཕྲ་ཕུང་བར་འོད་རྒྱུ་བཞིན་པ། ཁ) དྲ་སྐྱིའི་ནང་གི་འོད་ལེན་ཕྲ་ཕུང་དག་གིས་འོད་དེ་གློག་དང་རྫས་ཀྱི་བརྡ་འཕྲིན་གྱི་ངོ་བོར་བསྒྱུར་ནས་ཀླད་པར་གཏོང་བ་རེད།



དཔེ་རིས། ༣༥ འོད་ལེན་ཕྲ་ཕུང་གི་རིགས་གཉིས་ཏེ། དབྱུག་དབྱིབས་ཕྲ་ཕུང་གི་རིགས་དང་། སྟུང་དབྱིབས་ཕྲ་ཕུང་གི་རིགས་བཅས་ཡིན།

དཔེ་རིས། ༣༦ ཁ་དོག་ལ་བརྟེན་པའི་འདུ་ཤེས་ལ་བཙོས་པའི་འོད་ཀྱི་ཤུགས་རྐྱེན། ཀ) ཉིན་མོའི་སྣང་བའི་ཁྲོད་ཚོན་མདངས་ཀྱི་འདུ་ཤེས་སྐྱེ་སླ་བ་ཡོད། དེ་ནི་སྐབས་དེར་སྟུང་དབྱིབས་འོད་ཟེར་སྣེ་ལེན་པ་རྣམས་ལ་ཡར་སློང་ཐེབས་པས་རེད། ཁ) ཉི་མ་ལ་ཁར་བཞུད་པ་ན་འོད་ཀྱི་གྲིབ་ཤུགས་ཆག་པས་ཚོན་མདངས་ཀྱི་འདུ་ཤེས་བྲི་འགྲོ། དེ་ནི་སྐབས་དེར་དབྱུག་དབྱིབས་འོད་ཟེར་སྣེ་ལེན་པ་རྣམས་ལ་ཡར་སློང་ཐེབས་པས་རེད།

ཁྱེད་ཉིད་ཧང་སངས་མི་དགོས་པ་ཞིག་ལ། བྱུང་བ་བརྒྱུད་པའི་ནང་གི་འགྱུར་བག་འབྱུང་སའི་སྐྱི་རྫས་དེ་ནི་འོད་ཀྱི་བརྡ་འཕྲིན་དེ་རྫས་ཀྱི་བརྡ་འཕྲིན་གྱི་ངོ་བོར་སྒྱུར་བྱེད་ཀྱི་སྟུང་དབྱིབས་འོད་ལེན་ཕྲ་ཕུང་དེའི་ཆ་ཤས་ཤིག་རེད། སྟུང་དབྱིབས་ཕྲ་ཕུང་གི་སྐྱི་རྫས་གང་འདྲ་ཞིག་ལ་འགྱུར་བག་བྱུང་ཡང་དེའི་འབྲས་བུར་ཚོན་མདོག་ལོང་ནད་འབྱུང་བ་དང་། དེ་ཡང་སྐབས་དུ་མར་ཚོན་མདངས་རིས་བཟུང་ཞིག་མི་མཐོང་བའི་ནད་གཞིའི་ངོ་བོར་འགྱུར་ལ། དེ་དག་ལས་ཆེས་ཡོངས་གྲགས་སུ་ཚོན་མདངས་དམར་པོ་དང་ལྗང་ཁུ་མི་མཐོང་བར་འགྱུར་བ་རེད།

As we discuss the mechanism of photoreception, consider similarities and differences with the mechanism of heat-sensing and our theme of the relationship between structure and function. The inner segments of photoreceptors contain the cell nuclei and the outer segments contain the stacks of membraneous discs (formed from the cell membrane) in which reside the light reception machinery (Figure 25).

When light enters the eye, photons (which you learned about in Physics) first hit molecules called **photopigments**, specifically known as **retinal**, in the membranous discs of the retina photoreceptors. Like many of the life molecules we learn about in Life Sciences Primer II, photopigments are made of carbon, hydrogen, and oxygen (Figure 27). One form of retinal absorbs the

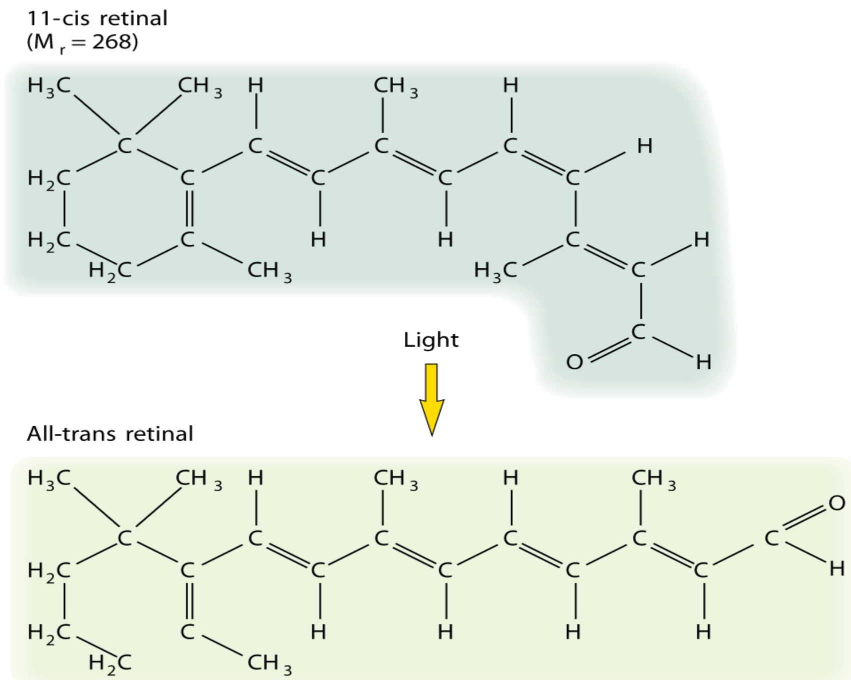
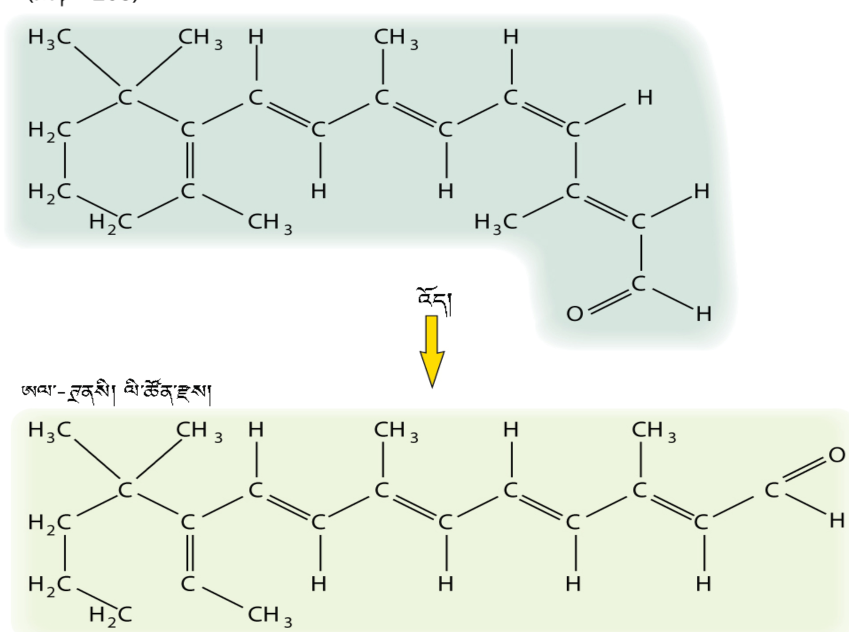


Figure 27: Photopigments in the human eye. The top figure shows 11-cis retinal, which absorbs light, changes structure into all-trans retinal (lower figure), and begins a cascade of events resulting in ion channels closing in the cell membrane.

light, and this absorption of energy changes the retinal's structure, activating it. This retinal now starts a cascade of events resulting in an ion channel closing in the cell membrane. Remember that ions are charged molecules, so that when the channel closes, the charge of the inside of the cell in relation to the outside of the cell changes, setting off an electrochemical signal that is passed on to retinal cells called **ganglion neurons**, which sit closer to the back of the eye, and then on into the brain via other vision system neurons within the optic nerve. We will explore the details of neurotransmission (electrochemical signaling) in detail in Neuroscience Primer II.

འདིར་ང་ཚོས་འོད་ཟེར་སྣེ་ལེན་བྱ་བའི་ལས་རྩོལ་སྒོར་གྲོས་སྡུར་བྱེད་ཀྱིན་དུ། དེ་ཉིད་ཚ་དྲོད་ཚོར་ལེན་བྱ་བའི་ལས་རྩོལ་དང་། ཆགས་བཀོད་དང་བྱེད་ལས་དབར་གྱི་འབྲེལ་བའི་དོན་གནད་བཅས་དང་བསྡུར་ནས་དེ་དག་དབར་འདྲ་ས་དང་མི་འདྲ་ས་གང་དང་གང་ཡོད་མིན་བསམ་གཞིག་བྱེད་དགོས། འོད་ལེན་ཕྲ་ཕུང་དག་གི་ལྷུ་ལག་ནང་མ་རྣམས་སུ་ཕྲ་ཕུང་ལྟེ་རྡུལ་དུ་མ་ཡོད་པ་དང་། ལྷུ་ལག་ཕྱི་མ་རྣམས་སུ་སྐྱི་མོའི་རྣམ་ཅན་གྱི་(ཕྲ་ཕུང་སྐྱི་མོ་ལས་གྲུབ་པའི་)སྡེར་དངོས་བརྩེགས་མ་དག་གིས་ཁེངས་ནས་ཡོད་ཅིང་། སྡེར་དངོས་དེ་དག་གི་ནང་སྦུག་ཁུ་འོད་ལེན་འཕྲུལ་ཆས་ཡོད་པ་རེད་(དཔེ་རིས། ༣༥)།

འོད་ཟེར་མིག་གི་ནང་ཞུགས་པའི་ཚེ། དྲ་སྐྱིའི་འོད་ལེན་ཕྲ་ཕུང་གི་སྐྱི་མོའི་རང་བཞིན་གྱི་སྡེར་དངོས་ནང་དུ་ཆགས་ཤིང་ **འོད་སྐྱེན་ཚོན་རྫས**(ཕ་སྐད་དམིགས་བཙུགས་ཏེ་སློས་ན་འདི་དག་ལ་ **ཡི་ཚོན་རྫས** ཟེར་བ་རེད།)སུ་འབོད་པའི་འདུས་རྡུལ་དག་ལ་འོད་རྡུལ་(འདི་སྐོར་དངོས་ཁམས་ཚན་རིག་ནང་ཁྲིད་ཀྱིས་སྦྱངས་ཟིན་)རྣམས་ཀྱིས་ཐོག་མར་རྗེབ་གཏུག་རྒྱག་པ་རེད། ཚེ་སྲོག་ཚན་རིག་གི་སྟོན་འགྲོའི་སློབ་དེབ་གཉིས་པའི་ནང་ང་ཚོས་སྦྱངས་པའི་ཚེ་སྲོག་འདུས་རྡུལ་གཞན་དུ་མ་དང་མཚུངས་པར་འོད་སྐྱེན་ཚོན་རྫས་འདི་དག་ཀྱང་ཁར་སྦྱོན་དང་། ཡང་རླུང་དང་། འཚོ་རླུང་བཅས་ཀྱིས་གྲུབ་པ་ཞིག་རེད་(དཔེ་རིས། ༣༧)། ཡི་ཚོན་རྫས་ཀྱི་རིགས་གཅིག་གིས་འོད་རྡུབ་ལ། འདི་ལྟར་ཐུབ་པ་རྡུབ་ལེན་བྱས་པ་དེས་ཡི་ཚོན་དེའི་



དཔེ་རིས། ༣༧ མིའི་མིག་ནང་གི་འོད་སྐྱེན་ཚོན་རྫས། སྟེང་གི་དཔེ་རིས་དེས་ ༡༡-སིསི། ཡི་ཚོན་རྫས་དེ་སྟོན་ལ། ཡི་ཚོན་རྫས་ཀྱི་རིགས་འདིས་འོད་བརྡབས་རྗེས་རང་གི་ཆགས་བཀོད་ལ་འགྱུར་བ་ཐེབས་ཏེ་ ཨལ་-ཏྲནསི། ཡི་ཚོན་རྫས་(འོག་གི་དཔེ་རིས་)ཀྱི་ངོ་བོར་འཕོས་འགྲོ། དེ་ནས་འབབ་ཆུའི་རྒྱུན་བཞིན་དུ་བྱུང་རིམ་མང་པོ་རིམ་གྱིས་འབྱུས་པའི་མཇུག་འབྲས་སུ་ཕྲ་ཕུང་སྐྱི་མོའི་ཁྲོན་གྱི་གྲེས་རྡུལ་རྒྱུ་ལམ་རྣམས་འགགས་པར་འགྱུར།

ཆགས་དབྱིབས་ལ་འགྱུར་བ་བཏང་སྟེ་དེའི་ནུས་པ་སད་པར་བྱེད། ཡི་ཚོན་རྫས་འདིས་བྱུང་བ་མང་པོ་འབབ་ཆུའི་རྒྱུན་བཞིན་དུ་རིམ་བཞིན་སློང་ཞིང་། དེའི་མཇུག་མཐའི་རྗེས་འབྲས་སུ་ཕྲ་ཕུང་སྐྱི་མོའི་ཁྲོན་གྱི་གྲེས་རྡུལ་གྱི་རྒྱུ་ལམ་འགགས་པར་བྱེད་པ་རེད། དེ་ལ་གྲེས་རྡུལ་རྣམས་ནི་གློག་ཁུར་འཆང་བའི་འདུས་རྡུལ་གྱི་རིགས་ཡིན་པ་འདིར་ཕྱིར་དྲན་བྱེད་དགོས། དེས་ན་ནམ་ཞིག་རྒྱུ་ལམ་གྱི་སྒོ་འགགས་པ་ན་ཕྲ་ཕུང་དེའི་ཕྱི་ངོས་ཀྱི་གློག་ཁུར་ལ་ལྟོས་ཏེ་དེའི་ནང་ངོས་ཀྱི་གློག་ཁུར་རྣམས་གོ་ལྡོག་ཏུ་འགྱུར་ལ། འདིས་གློག་རྫས་སྤྲེལ་བའི་བརྡ་འཕྲིན་ཡར་སློང་ཞིང་། བརྡ་འཕྲིན་དེ་ཉིད་མིག་གི་རྒྱབ་ངོས་ལ་ཉེ་བར་འཁོད་པའི་ **རྩ་འདུས་ཕྲ་གཟུགས** སུ་འབོད་པའི་དྲ་སྐྱིའི་ཕྲ་ཕུང་དེ་དག་གི་བར་དུ་བཙོང་བར་འགྱུར། དེ་རྗེས་མིག་གི་རྩ་ལམ་སྦུག་གི་མཐོང་ཚོར་མ་ལག་གི་དབང་རྩ་གཞན་དག་བརྒྱུད་ཀླད་པར་འདྲེན་པ་རེད། ང་ཚོས་དབང་རྩའི་འདྲེན་གཏོང་(གློག་རྫས་སྤྲེལ་བའི་བརྡ་འཕྲིན་འདྲེན་གཏོང་)གི་བྱ་བའི་ཞིབ་ཕྲའི་གནད་དོན་རྣམས་དབང་རྩ་ཚན་རིག་གི་སྟོན་འགྲོའི་སློབ་དེབ་གཉིས་པར་ཞིབ་ཚགས་སློས་རྟོག་ཞིབ་བྱ་རྒྱུ་ཡིན།

PERCEIVING WHAT YOUR EYES SEE

Once our eyes have seen—detected, encoded—light, information is passed onto the brain through the optic nerve for more refined perception. Perception is a dynamic process that involves many levels of analysis and interpretation. Perceptions are not pictures but are usable representations of the world. Visual input becomes 'what we see' through a process that is hierarchical, topographical, and distributive. The process uses two major parallel pathways: the 'what' pathway and the 'where' pathway to build an image based on the line, edges, and fill of an object, its motion and color, how large and close to you it is, and in what context you are seeing the object. Your brain then 'binds' all this information into the object image and recognizes that object.

The concept of **parallel processing** is central to how our many and diverse sensory inputs turn into unified **perceptions** in the brain. Each sense, not just vision, has its own biological machinery. Within the vision system, separate functional elements also have their own structural machinery. Each machinery measures or translates pieces of the visual experience (like the information gathered by each 'man of Indostan'); the different pieces are sent on in parallel to each successive area of visual processing, where they are further analyzed, sometimes mixed, and then sent on in parallel to a higher area for more complex processing.

When you look back to Figure 17 of the eyes and brain with the optic nerves and think about how much information has to get into the eyes and then into the brain through such small pathways as the optic nerves and in how short a time, the need for parallel processing—the capacity for distinct areas to detect and translate specific aspects of an image at the same time—becomes more apparent.

OPTIC NERVES TO LATERAL GENICULATE NUCLEI (LGN)

After light information is absorbed in the retina, it is translated into an electrochemical signal, as we said, in the ganglion neurons, about 1.5 million of which go on to form each optic nerve—the nerve that carries information to the brain. Within the retinas, photoreceptors are able to compute the intensity of the light in relation to its position, wavelength and time. All of this information is condensed into just a few specific types of information transferred across distinct types of neuronal cells in the optic nerves.

ཁྱེད་ཀྱི་མིག་གིས་གང་མཐོང་བའི་ཆོས་དེ་ལ་དམིགས་པའི་འདུ་ཤེས་སྐྱེ་ཚུལ།

ང་ཚོའི་མིག་གིས་འོད་མཐོང་(བའམ་ཚོར་བའམ་བརྟ་སྦྲིག་བྱས་)ཙ་ན། དེར་དམིགས་པའི་འདུ་ཤེས་ཞིབ་ཏིག་ཅིག་དྲང་ཆེད་ཆ་འཕྲིན་དེ་མིག་གི་རྩ་ལམ་བརྒྱུད་ཀླད་པར་གཏོང་བ་རེད། དེ་ཡང་འདུ་ཤེས་བསྐྱེད་པ་ཞེས་པ་ནི་རྟོག་དཔྱོད་དང་ཀློག་འགྲེལ་གྱི་བང་རིམ་མང་པོ་ཚང་བའི་བྱེད་རིམ་གསོན་ཉམས་ལྡན་པ་ཞིག་ལ་ཟེར། ཡུལ་ཞིག་གི་འདུ་ཤེས་ཀྱི་རྣམ་པ་ནི་ཡུལ་དེའི་བརྙན་པར་ཙམ་ལ་མི་བྱེད་པར། སྣང་སྲིད་ཀྱི་འཇིག་རྟེན་ཁྲོད་བཀོལ་སྤྱོད་འབྱུང་བའི་ཡུལ་གྱི་དངོས་པོའི་ཚབ་མཚོན་གྱི་རྣམ་པ་ཞིག་ཡིན། དེ་ཡང་ང་ཚོའི་མཐོང་བྱའི་རྒྱུ་ཆ་དེ་"ང་ཚོས་གང་མཐོང་བའི་"ཡུལ་གྱི་གནས་བབ་ཏུ་གྱུར་པ་དེ་ནི། མཐོ་བརྩེགས་ཀྱི་རྣམ་པ་ཚང་ཞིང་། འཕོད་ལུགས་འགྲོས་མཐུན་གྱི་ངེས་པ་ལྡན་ལ། འགྲེམས་འཛུགས་རང་བཞིན་ཅན་གྱི་རྒྱུད་རིམ་ཞིག་ལ་རག་ལས་ལ། རྒྱུད་རིམ་དེས་ནི་ཐད་གཤིབ་ཏུ་རྒྱུ་བའི་གྲུབ་བདེ་མཉམ་པའི་བརྒྱུད་ལམ་གཉིས་ཏེ། "ག་རེ་"མཚོན་པའི་བརྒྱུད་ལམ་དང་"ག་བར་"མཚོན་པའི་བརྒྱུད་ལམ་གཉིས་བཀོལ་སྤྱོད་བྱེད་པ་བརྒྱུད་རང་གིས་མཐོང་བའི་བརྙན་པར་དེ་སྐྲུན་གྱི་ཡོད། དེ་ཡང་ཐིག་དང་། ཟུར། ནང་ཆས། གཡོ་འགུལ་དང་ཁ་དོག བོངས་ཚད་ཆེ་ཆུང་དང་ཁྱེད་ལ་ལྟོས་ཏེ་ཐག་ཉེ་རྒྱང་། ཡུལ་དེ་ཁྱེད་ཀྱིས་མཐོང་སྐབས་ཀྱི་འབྲེལ་བཅས་པ་གཞི་ལ་བཞག་ནས་བརྙན་པར་དེ་སྐྲུན་ལ། དེ་ནས་ཁྱེད་ཀྱི་ཀླད་པས་ཆ་འཕྲིན་དེ་ཀུན་རིལ་པོར་བསྒྲིལ་ཏེ་ཡུལ་གྱི་དངོས་པོའི་གཟུགས་བརྙན་དེ་བསྐྲུན་ནས་དེ་ཉིད་ངོ་རྟགས་ཆོད་ཐུབ་པ་བྱུང་བ་རེད།

གྲངས་མང་ལ་རྣམ་གྲངས་སྣ་ཚོགས་ཅན་གྱི་དབང་ཚོར་གྱི་ནང་འདྲེན་རྒྱུ་ཆ་འདི་དག་ཀླད་པའི་ནང་འདུ་ཤེས་ཤིག་གི་གཅིག་བསྡུམ་གྱི་ཡུལ་དུ་གྱུར་པ་ནི་གྲུབ་བདེ་མཉམ་པའི་བྱེད་རིམ་གྱི་རྣམ་གཞག་འདི་ལ་གཙོ་ཆེར་རག་ལས་པ་རེད། མཐོང་ཚོར་ཙམ་དུ་མ་ཟད་དབང་ཚོར་གཞན་ཀུན་ལའང་རང་རང་གི་འབྲེལ་ཡོད་སྐྱེ་དངོས་འཕྲུལ་འཁོར་རེ་ཡོད་ལ། དེར་མ་ཟད་མཐོང་ཚོར་མ་ལག་ཁྲོན་གྱི་བྱེད་ལས་ལྷུ་ལག་རེ་རེ་ལའང་རང་རང་ལ་དམིགས་བཙུགས་པའི་ཆགས་བཀོད་འཕྲུལ་འཁོར་རེ་ཡང་ཡོད། འཕྲུལ་འཁོར་གྱི་ཆ་ཤས་དེ་རེ་རེས་(རྒྱ་གར་ཡུལ་གྱི་མི་བུ་དྲུག་པོ་རེ་རེས་བསྟུས་པའི་ཆ་འཕྲིན་ཇི་ལྟ་བ་བཞིན་)མཐོང་ཚོར་གྱི་སྤྱོད་བའི་ཚལ་བུ་སོ་སོ་ནས་ཚད་འཇལ་བའམ། ཡང་ན་དེ་དག་ཕབ་སྒྱུར་བྱེད་ལ། དེ་ནས་ཚལ་བུ་ཐ་དད་པ་དེ་རྣམས་མཐོང་ཚོར་གྱི་བྱེད་རིམ་འགྲུབ་སའི་ཚིགས་ཕྱི་མ་རེ་རེར་ཐད་གཤིབ་ཏུ་བཙོང་ཞིང་། ཚིགས་དེ་དག་ཏུ་ཚལ་བུ་དེ་རྣམས་སྤྲར་ཞིང་དབྱེ་ཞིབ་ཀྱི་རིམ་པ་བརྒྱུད་རྗེས་སྐབས་རེ་ཕན་ཚུན་འདྲེས་གསེས་ཀྱང་ཐེབས་ལ། དེ་ནས་སྔར་ལས་རྟོག་འཛིང་ཆེ་བའི་བྱེད་རིམ་འགྲིམ་ཆེད་མཐོ་རིམ་གྱི་ས་ཚིགས་ཤིག་ཏུ་ཐད་གཤིབ་ངང་བཙོང་ངོ་།།

ཁྲོད་ཀྱིས་མིག་དང་དེ་བཞིན་དུ་མིག་གི་རྩ་ལམ་སྦྲེལ་བའི་ཀླད་པ་གསལ་བའི་དཔེ་རིས་ ༡༧ དེར་ཕྱིར་ལྟ་ཞིག་བྱས་ན། གཞན་ཡང་དུས་ཡུན་ཐུང་དུ་ཞིག་གི་ནང་མིག་གི་རྩ་ལམ་ལྟ་བུའི་བརྒྱུད་ལམ་ཕྲ་མོ་དེ་འདྲ་བརྒྱུད་ནས་ཆ་འཕྲིན་ཅི་འདྲ་མང་པོ་ཞིག་ཐོག་མར་མིག་དང་དེ་རྗེས་ཀླད་པར་འདྲེན་གཏོང་བྱེད་ཚུལ་ལའང་འདང་ཞིག་བརྒྱབ་ན། ཐད་གཤིབ་དང་ལས་ལ་ཞུགས་པའི་བྱེད་རིམ་གྱི་རྣམ་གྲངས་(གཟུགས་བརྙན་བྱེ་བྲག་པ་ཞིག་གི་རྣམ་པ་ངེས་བཟུང་སོ་སོ་ལ་དུས་གཅིག་ཏུ་ས་ཚིགས་ངེས་བཟུང་སོ་སོར་འཚོལ་རྟོག་དང་ཕབ་སྒྱུར་བྱེད་པའི་ལས་ནུས་གྲུབ་པ་)དེ་འདྲ་ཅིའི་ཕྱིར་མཁོ་བའི་ཐད་ལ་ངེས་པ་འཇོངས་ངེས་རེད།

མིག་གི་རྩ་ལམ་དག་ནས་འཕྲེད་ཀྱི་ལྷ་ངའི་ཀླད་ཞོ་(ཨེལ་ཛི་ཨེན་)བར།

འོད་ཀྱི་ཆ་འཕྲིན་དེ་དྲ་སྐྱིར་སེམས་རྗེས་དེ་ཉིད་གོང་དུ་བཤད་པ་ལྟར་རྩ་འདུས་ཕྲ་གཟུགས་དག་གི་ཁོང་སེང་དུ་ཆགས་པའི་གློག་རྡས་སྦྲེལ་བའི་བརྡ་འཕྲིན་ཞིག་གི་ངོ་བོར་ཕབ་སྒྱུར་བྱེད། དེ་ཡང་རྩ་འདུས་ཕྲ་གཟུགས་དེ་འདྲ་ས་ཡ་ཕྱེད་དང་གཉིས་ཙམ་གྱིས་མིག་གི་རྩ་ལམ་རེ་གྲུབ་ཅིང་། མིག་གི་རྩ་ལམ་གྱིས་ཆ་འཕྲིན་རྣམས་ཀླད་པར་དབོར་འདྲེན་བྱེད་པ་རེད། དྲ་སྐྱིའི་ནང་དུ་འོད་ལེན་ཕྲ་ཕུང་དག་གིས་འོད་ཀྱི་གནས་བབ་དང་། ཧྲབས་ཚད། དུས་ཡུན་དག་དང་བསྡུར་བའི་སྒོ་ནས་འོད་ཀྱི་གྲིམ་ཤུགས་ཀྱི་ཚད་ཇི་ཡིན་འཇལ་ཐུབ། ཆ་འཕྲིན་འདི་ཐམས་ཅད་ མིག་གི་རྩ་ལམ་རྣམས་ཀྱི་སྨྱུག་ཏུ་ཆགས་པའི་དབང་རྩ་ཕྲ་ཕུང་གི་རིགས་བྱེ་བྲག་དག་གི་ཁྲོན་ལ་དྲངས་པའི་ཆ་འཕྲིན་ངེས་བཟུང་གི་རིགས་ཞུང་དུ་ཞིག་ཏུ་བཙུམ་བསྡུ་བྱས་པར་འགྱུར།

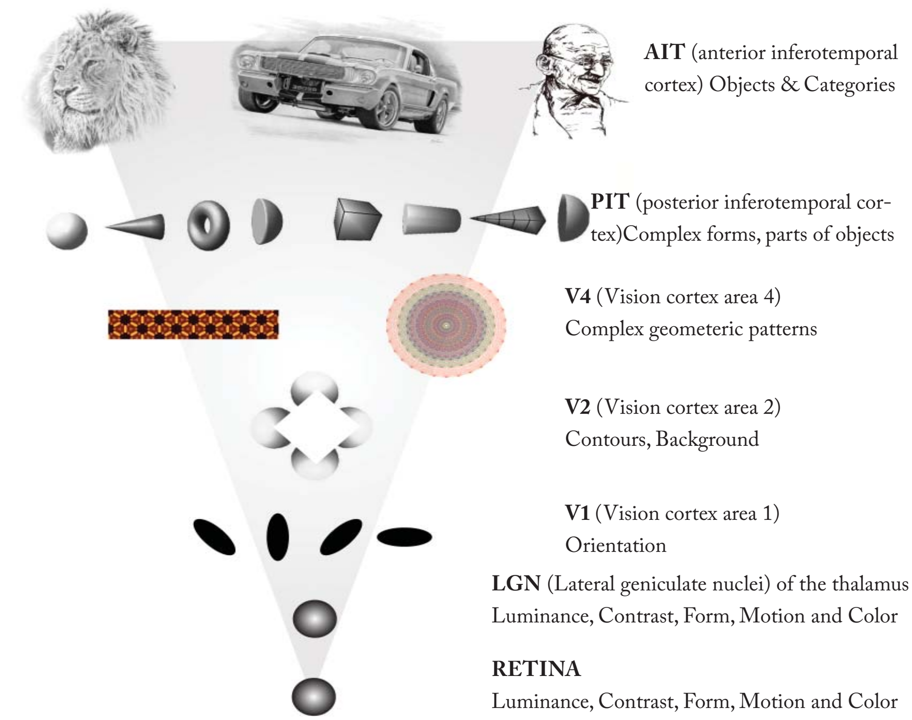


Figure 28: Hierarchy of the processing of visual information and corresponding relative neuroanatomy.

In the brain, the visual information is processed by multiple areas in a hierarchical fashion (Figure 28). Information first moves from the optic nerves to a part of the thalamus called the lateral geniculate nuclei (LGN), which process form, motion, and color. Each LGN receives visual neural information from both retinas. In much the same way that our sensory and motor functions map information from our bodies to the cortex, each type of information coming from a specific type of ganglion cell in the retina maps onto our LGN in a spatially consistent way. Similarly, because our foveas have the most photoreceptors and thus contribute the most visual information, they have proportionally the most neural connections into the LGN.

It is important to understand how visual information is transferred from the retina into the brain, because several important things happen to this information along the way. First, let's use an example to help explain the concept of visual fields. Imagine that your visual field consists of an orange color in your left and blue color in your right visual field. Figure 29 tracks the path of the information into the eyes and through the brain. Light information from the left visual field (in orange) comes into the right side of the retina in both eyes. The information from the right visual field (in blue) comes into the left side of the retina in both eyes. The information then travels from the retina down the optic nerve to the optic chiasm. At the optic chiasm, the optic nerve crosses, and the information from the right visual field (from both eyes) combines to

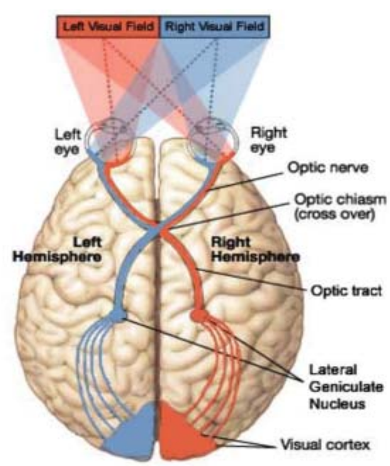
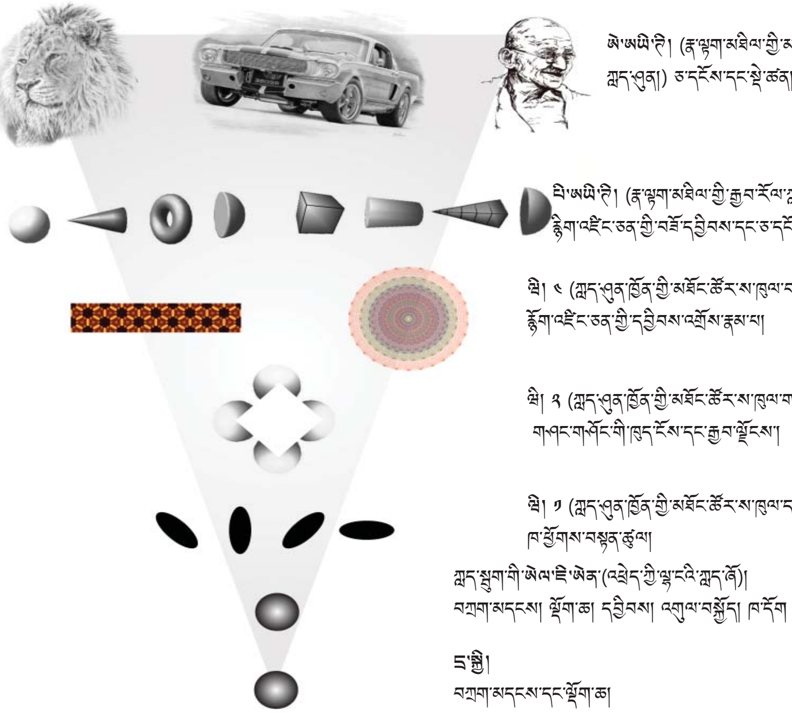


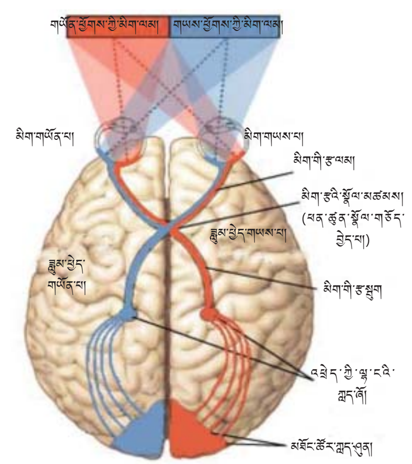
Figure 29: The pathway of information from the right and left visual fields, traveling from eye to visual cortex.



དཔེ་རིས། ༢༨ མཐོང་ཚོར་ཆ་འཕྲིན་ལ་དབྱེ་གསེས་སྒྲོ་སྣེབ་བྱེད་པའི་བྱེད་རིམ་དང་། དེ་དག་སོ་སོ་དང་འབྲེལ་ཆགས་པའི་དབང་རྩའི་ཡན་ལག་བཅས་ཀྱི་མཐོ་བརྩེགས་རྣམ་པ།

ཀླད་པའི་ནང་གི་ས་ཁུལ་སྣ་ཚོགས་པ་དག་གིས་མཐོང་ཚོར་ཆ་འཕྲིན་དེ་ཉིད་རིམ་པ་ཡར་ལྡན་དུ་དབྱེ་གསེས་བྱེད་པ་རེད་(དཔེ་རིས། ༣༨)། དེ་ཡང་དང་ཐོག་ཆ་འཕྲིན་དེ་མིག་གི་རྩ་ལམ་ནས་འགོ་བརྩམས་ཏེ་ཀླད་སྦུག་གི་ཆ་ཤས་གང་ཞིག་ལ་འཕྲེད་ཀྱི་ལྟ་ངའི་ཀླད་ཞོ་(ཨེལ་ཇི་ཨེན་)ཏུ་འཁོད་པ་དེར་བགྲོད་ལ། དེར་ཆ་ཤས་དེས་དབྱིབས་དང་། འགུལ་བསྐྱོད་དང་། ཁ་དོག་དང་འབྲེལ་བའི་ཆ་འཕྲིན་རྣམས་དབྱེ་གསེས་སྒྲོ་སྣེབ་བྱེད། དེ་ཡང་མཐོང་ཚོར་དང་འབྲེལ་བའི་དབང་རྩའི་ཆ་འཕྲིན་དེ་རིགས་ཊ་སྐྱི་གཞི་ཀའི་ས་ནས་འཕྲེད་ཀྱི་ལྟ་ངའི་ཀླད་ཞོ་རེ་རེར་འཁྱོར་སོ། །ཇི་ལྟར་རེད་ཅེ་ན། དབང་ཚོར་དང་འགུལ་བསྐྱོད་བྱེད་ལས་འབྲེལ་བའི་ཆ་འཕྲིན་རྣམས་རེད་ཚེའི་ལུས་དང་ཀླད་ཤུན་དབར་ཕན་ཚུན་འགྲོས་མཐུན་དུ་འཕོད་པ་ཇི་བཞིན་དུ། ཊ་སྐྱིའི་ནང་གི་རྩ་འདུས་ཕྲ་ཕུང་གི་རིགས་སོ་སོ་ནས་སོན་པའི་ཆ་འཕྲིན་གྱི་རིགས་རེ་རེ་ནས་འཕྲེད་ཀྱི་ལྟ་ངའི་ཀླད་ཞོའི་ཁྲོན་དུ་འཕོད་ལུགས་འགྲོས་མཐུན་དུ་འཕོད་ཡོད་པ་རེད། དེ་བཞིན་དུ། རེད་ཚེའི་རྒྱུད་ཀྱི་དོང་ཚུང་རྣམས་ལ་འོད་ལེན་ཕྲ་ཕུང་གྲངས་མང་ཤོས་ཡོད་པ་དང་། དེའི་དབང་གིས་དེ་དག་གིས་མཐོང་ཚོར་ཆ་འཕྲིན་མང་ཤོས་མཁོ་འདོན་བྱེད་པ་དང་འཚམས་པར། བསྒྱུར་གྲངས་ཀྱི་ཆ་ནས་དེ་དག་ལ་འཕྲེད་ཀྱི་ལྟ་ངའི་ཀླད་ཞོ་དང་སྦྲེལ་བའི་དབང་རྩའི་མཐུད་མཚམས་མང་ཤོས་ཡོད་པ་རེད།

དེ་ལ་མཐོང་ཚོར་ཆ་འཕྲིན་རྣམས་མིག་གི་ཊ་སྐྱི་ནས་ཀླད་པ་བར་འདྲེན་གཏོང་བྱེད་ཚུལ་ཇི་ལྟར་ཡིན་ཤེས་རྒྱུ་གལ་ཆེན་ཡིན་ལ། དེའི་རྒྱུ་མཚན་ནི་བགྲོད་ལམ་དེའི་རྒྱུད་དུ་ཆ་འཕྲིན་དེ་དག་གནད་ཆེ་བའི་བྱུང་བ་སྣ་མང་བརྒྱུད་པའི་དབང་གིས་རེད། དེ་ལ་ཐོག་མར། མཐོང་བྱའི་མིག་ལམ་གྱི་རྣམ་གཞག་གསལ་བཀྲོལ་ཆེད་དེད་ཚོས་འདིར་དཔེ་མཚོན་ཞིག་བཀོལ་སྤྱོད་བྱེད་ལ། དེའི་ཆེད་དུ་ཁྱེད་ཀྱི་མཐོང་བྱའི་མིག་ལམ་ཁྱབ་ཁོངས་ཀྱི་གཡོན་ཕྱོགས་སུ་ཁ་དོག་ལི་ཡུང་གི་རྣམ་པ་ཞིག་དང་། ཁྱབ་ཁོངས་དེའི་གཡས་ཕྱོགས་སུ་ཁ་དོག་སྔོན་པོའི་རྣམ་པ་ཞིག་ཡོད་དབང་དུ་བཏང་དགོས། དེ་ཡང་དཔེ་རིས་ ༣༩ འདིས་སྐབས་འབྲེལ་མཐོང་བྱའི་ཆ་འཕྲིན་དེ་མིག་འབྲས་དང་ཀླད་པའི་རྒྱུད་དུ་རྒྱུ་བའི་བགྲོད་ལམ་བདའ་འདེད་བྱེད་པས། མིག་ལམ་གྱི་གཡོན་ཕྱོགས་ནས་(ལི་ཡུང་རྣམ་ཅན་གྱི་)འོད་འགྱུར་ཆ་འཕྲིན་དེ་མིག་འབྲས་གཉིས་ཀའི་ནང་གི་ཊི་སྐྱིའི་གཡས་ཕྱོགས་སུ་སླེབ་པ་དང་། མིག་ལམ་གྱི་གཡས་ཕྱོགས་ནས་(སྔོན་པོའི་རྣམ་ཅན་གྱི་)ཆ་འཕྲིན་དེ་མིག་འབྲས་གཉིས་ཀའི་ནང་གི་ཊི་སྐྱིའི་གཡོན་ཕྱོགས་སུ་སླེབ་ཀྱི་ཡོད། དེ་རྗེས་ཆ་འཕྲིན་དེ་ཊ་སྐྱི་ནས་མར་མིག་གི་རྩ་ལམ་བརྒྱུད་མིག་གི་སྣོལ་མཚམས་སུ་འཁྱོར་ལ། མིག་གི་སྣོལ་མཚམས་ཐད་དུ་མིག་གི་རྩ་ལམ་གཉིས་པོ་ཕན་ཚུན་སྣོལ་གཅོད་བྱེད་པས། མིག་ལམ་གྱི་གཡས་ཕྱོགས་ནས་ཐོབ་པའི་ཆ་འཕྲིན་དེ་མཐར་གཅིག་ཏུ་འདུས་ཏེ་མིག་གི་རྩ་སྦུག་རྒྱུད་དུ་བགྲོད་ནས་ཀླད་སྦུག་གི་འཕྲེད་ཀྱི་ལྟ་ངའི་ཀླད་ཞོ་གཡོན་པར་འཁྱོར། དེ་བཞིན་དུ་མིག་ལམ་གྱི་གཡོན་ཕྱོགས་ནས་ཐོབ་པའི་ཆ་འཕྲིན་(ལི་ཡུང་རྣམ་ཅན་)དེ་མཐར་གཅིག་ཏུ་འདུས་ཏེ་མིག



དཔེ་རིས། ༢༩ མིག་ལམ་གཡས་གཡོན་ནས་སོན་པའི་ཆ་འཕྲིན་གང་དག་མིག་ནས་མཐོང་ཚོར་ཀླད་ཤུན་དུ་བགྲོད་པ་དག་གི་རྒྱུ་ལམ།

VISUAL INFORMATION SWITCHES SIDES FROM EYE TO BRAIN

Tsondue awoke one morning and was very worried. When he opened his eyes he could not see anything on the left side. When he looked straight ahead, he saw nothing to the left. He went to talk to his brother to get advice on what to do. Tsondue's brother, Rinchen, was also very concerned about Tsondue's health.

Rinchen asked, "Can you see straight ahead?"

Tsondue said, "Yes, but only to the right of where I am looking."

"Close your left eye and tell me what you can see," instructed Rinchen.

Tsondue did as his brother asked and replied, "The same, no better and no worse. The same is true when I have my left eye open and my right eye closed. I can only see to the right."

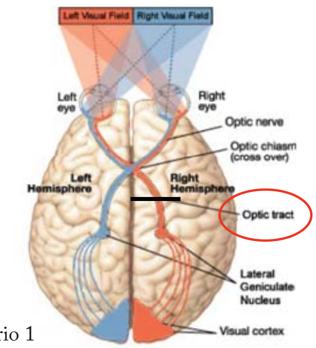
Rinchen said, "Alright Tsondue, I will take you to the doctor right away."

The doctor told Tsondue that he had a lesion (damage) somewhere along his right visual pathway. Based on your knowledge of his symptoms and the visual pathway, where do you think the damage is?

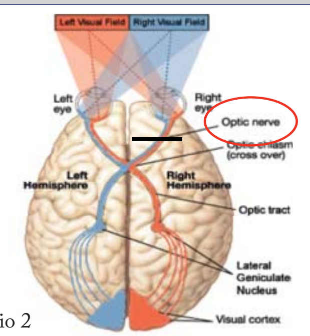
Answer: Tsondue has a lesion in his right optic tract. See scenario 1 at right. This pathway carries information about the entire left half of the visual field, because it is after the optic nerves have crossed at the optic chiasm.

Now, if another patient, Paldon, had a lesion in her right optic nerve, what would she see? Think about it, draw out the answer and discuss with your classmates. See scenario 2 at right.

Answer: The patient would see the whole visual field, but would not be able to see anything with her right eye. She would have no depth perception and would lack monocular vision of their right side.



Scenario 1



Scenario 2

go along the optic tract to the left lateral geniculate nucleus (LGN) of the thalamus. The information from the left visual field (in orange) combines to go along the optic track to the right LGN. The information then flows from the LGN to the visual cortex, staying in its separate hemispheres. We will describe how information is processed in the visual cortex in more detail below. The end result of this crossing at the optic chiasm is that the left half of the brain looks at the right visual world, and the right half of the brain looks at the left visual world. This can be very important when certain parts of the visual pathway are damaged. The combination of the two visual fields, as well as the distance between the eyes, also allows for depth perception.

The result is a complete representation of the visual field, including, in addition to spatial information, temporal and color contrasts in the image. So, for any particular point in the visual field, several different ganglion cell types in the retina are simultaneously sending, in parallel, different types of information about that one point to the brain (Figure 30).

As we've noted, and consistent with the major structure/function theme of biology, each distinct function or parallel channel of information-type—color, light intensity, motion, image position, etc.—corresponds to a set of cells that share similar structure and can be identified by scientists based on those cells' particular architecture and molecular nature. For example, one set of similar cells sends red-green color information from the retina to the LGN; another

མཐོང་ཚོར་ཆ་འཕྲིན་རྣམས་མིག་དང་ཀླད་པའི་དབར་ཕན་ཚུན་གཡས་གཡོན་གོ་ལྡོག་སྟེ་བརྒྱུད་སྒྲོད་བྱེད་ཚུལ།

ཞོགས་པ་ཞིག་བརྩོན་འགྲུས་ཡར་ལངས་རྗེས་ཏ་ཅང་སེམས་ཁྲལ་ཆེན་པོའི་གནས་སུ་གྱུར་ཡོད་པ་རེད། དེའི་རྒྱུ་མཚན་ནི་ཁོས་མིག་བྱེ་བ་ན་རང་གི་གཡོན་ཁུལ་གྱི་དངོས་པོ་གང་ཡང་མཐོང་མི་ཐུབ་པར་གྱུར་ཡོད། ཁོང་གིས་མདུན་ངོས་སུ་ཐད་ཀར་བལྟས་པ་ན་རང་གི་གཡོན་ཕྱོགས་སུ་གང་ཡང་མཐོང་གི་མེད་པ་རེད། གང་དགའ་ཅི་ལེགས་ཀྱི་སློབ་སྟོན་ཞུ་ཆེད་ཁོས་རང་གི་སྨན་མཆེད་སར་བསྐྱོད་པ་ན། བརྩོན་འགྲུས་ཀྱི་བུ་སྨྲན་རིན་ཆེན་ལའང་བརྩོན་འགྲུས་ཀྱི་གནས་སྟངས་ཐད་བློ་འཚབ་སྐྱེས་པ་རེད།

རིན་ཆེན་གྱིས། མདུན་ངོས་སུ་ཐད་ཀར་བལྟས་པས་ཁྱོད་ཀྱིས་གང་ཡང་མཐོང་གི་འདུག་གམ། ཞེས་དྲིས་པར།

བརྩོན་འགྲུས་ཀྱིས། མཐོང་གི་འདུག འོན་ཀྱང་གང་དུ་བལྟ་སའི་གཡས་ངོས་འབའ་ཞིག་མཐོང་བ་ལས་གཞན་གང་ཡང་མཐོང་གི་མི་འདུག ཅེས་ལན་བཏབ།

དེ་རྗེས་རིན་ཆེན་གྱིས། ད་ཁྱོད་ཀྱི་མིག་གཡོན་པ་བཀབ་ནས་ལྟོས་ལ། ཁྱོད་ཀྱིས་ཅི་ཞིག་མཐོང་ངམ། ང་ལ་ཤོད་དང་། ཞེས་མངགས་པར། རང་གི་སྨྱུན་མཆེད་ཀྱིས་ཇི་ལྟར་སྨྲས་པ་བཞིན་བྱས་རྗེས་བརྩོན་འགྲུས་ཀྱིས་འདི་ལྟར། གཅིག་མཚུངས་རེད། དེ་ལ་བཟང་དན་གྱི་ཁྱད་པར་གང་ཡང་མི་འདུག དེ་བཞིན་དུ་ངས་མིག་གཡས་པ་བཀབ་པ་དང་། གཡོན་པ་ཕྱེས་ནའང་གཅིག་མཚུངས་རང་རེད། ངོས་ཀྱི་གཡས་ཕྱོགས་ཀྱི་ཡུལ་འབའ་ཞིག་མཐོང་བ་ལས་གཞན་མཐོང་གི་མི་འདུག ཅེས་ལན་བཏབ།

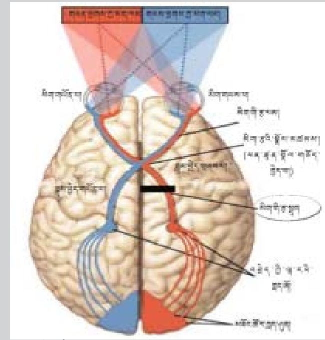
དེ་ནས་རིན་ཆེན་གྱིས། དེ་འདྲ་ཡིན་ན་ངས་ཁྱོད་ཉིད་འཕྲལ་དུ་སྨན་པའི་སར་བསྐྱལ་དགོས། ཞེས་སྨྲས་ནས་སྨན་པའི་སར་ཁྲིད།

སྨན་པས་བརྩོན་འགྲུས་ཀྱི་མཐོང་ཚོར་རྒྱུ་ལམ་གྱི་གཡས་ཕྱོགས་ཀྱི་རྒྱུད་དུ་ཉམས་སྐྱོན་(ཉམ་ཉེས་)ཞིག་ཐོག་འདུག་ཅེས་བཤད། དེས་ན་བརྩོན་འགྲུས་ཀྱི་མཐོང་ཚོར་རྒྱུ་ལམ་སྐོར་དང་ནད་རྟགས་ཀྱི་སྐོར་གླེག་པ་པོ་ཁྱོད་ཀྱིས་གང་ཤེས་པ་རྣམས་གཞི་ལ་བཞག་ནས་ཁྱེད་ཀྱིས་བལྟས་ན་ཉམས་སྐྱོན་དེ་ས་ཁུལ་གང་དུ་ཡོད་པར་སེམས་སམ།

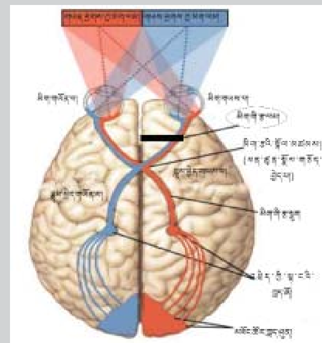
ལན་དངོས། ཉམས་སྐྱོན་དེ་བརྩོན་འགྲུས་ཀྱི་མིག་གི་རྩ་སྤྲུག་གཡས་པར་ཐོག་ཡོད་པ་རེད། དེ་ལ་ཁྱོད་ཀྱིས་གཡོན་དུ་བཤམས་པའི་རྒྱབ་ལྗོངས་ཀྱི་གནས་སྟངས་དང་པོའི་བརྟན་པར་ལ་ལྟོས་དང་། མཐོང་བྱའི་མིག་ལམ་གྱི་གཡོན་ཕྱོགས་ཀྱི་ཕྱེད་ཚང་པོའི་སྐོར་གྱི་ཆ་འཕྲིན་རྣམས་རྒྱུ་ལམ་འདིས་ཁྱེར་ཡོད་ཅིང་། དེ་ནི་མིག་གི་རྩ་ལམ་གྱིས་མིག་རྩ་སྟོལ་མཚམས་བརྒྱལ་ཟིན་པའི་འོག་ཏུ་རྒྱུ་ལམ་འདི་ཆགས་ཡོད་པའི་དབང་གིས་རེད།

དེ་ལ། གལ་ཏེ་བུད་མེད་དཔལ་སྒྲོན་ཞེས་པའི་ནད་པ་གཞན་ཞིག་གི་མིག་གི་རྩ་ལམ་གཡས་པར་ཉམས་སྐྱོན་ཞིག་ཐོག་ཡོད་ཚེ། དེས་མཐོང་ཐུབ་པ་དེ་གང་ཞིག་ཡིན་ནམ། འདིའི་སྐོར་ཁྱེད་ཀྱིས་མཉམ་འཛོག་གྱིས་ལ། ལན་རྣམས་ཐོ་ལ་བཀོད་ནས་རང་གི་འཛིན་གྲོགས་རྣམས་དང་ལྷན་དུ་གྲོས་སྡུར་གྱིས། གཡས་སུ་བཤམས་པའི་རྒྱབ་ལྗོངས་ཀྱི་གནས་སྟངས་གཉིས་པའི་བརྟན་པར་ལའང་ལྟོས།

ལན་དངོས། བུད་མེད་ནད་པ་དེས་རང་གི་མིག་ལམ་ཚང་པོ་མཐོང་ཡང་། རང་གི་མིག་གཡས་པས་གང་ཡང་མཐོང་མི་ཐུབ། དེར་མ་ཟད་ཁོ་མོར་རྡམས་ཚད་ཀྱི་འདུ་ཤེས་གང་ཡང་མི་སྐྱེ་ཞིང་། མིག་གཡས་པ་ཁེར་རྐྱང་གི་མཐོང་རྒྱ་རྣམས་ཀྱང་ཁོ་མོས་མཐོང་མི་ཐུབ་པར་འགྱུར།



རྒྱབ་ལྗོངས་ཀྱི་གནས་བབ། དང་པོ།



རྒྱབ་ལྗོངས་ཀྱི་གནས་བབ། གཉིས་པ།

གི་རྩ་ལམ་རྒྱུད་དུ་བགྲོད་ནས་ཀླད་སྤྲུག་གི་འཕྲད་ཀྱི་ལྷ་ངའི་ཀླད་ཞོ་གཡས་པར་འགྱོར་བ་རེད། དེ་རྗེས་ཆ་འཕྲིན་དེ་འཕྲད་ཀྱི་ལྷ་ངའི་ཀླད་ཞོ་ནས་ཐོན་ཏེ་མཐོང་ཚོར་ཀླད་ཤུན་བར་བགྲོད་ལ། དེར་ཀླད་པའི་ཟླུམ་ཕྱེད་གཉིས་པོར་སོ་སོར་ཕྱེད་དེ་གནས་གང་སོན་པའི་ཆ་འཕྲིན་དེ་རྣམས་མཐོང་ཚོར་ཀླད་ཤུན་འདིར་ཇི་ལྟར་དབྱེ་གསེས་བྱེད་ཚུལ་སྐོར་འོག་ནས་རྒྱས་པར་འཆད་པར་འགྱུར་རོ། །མིག་གི་སྟོལ་མཚམས་ཀྱི་ཐད་དུ་དེ་ལྟར་མིག་གི་རྩ་ལམ་གཉིས་པོ་ཕན་ཚུན་སྟོལ་གཙོད་བྱེད་པའི་མཇུག་འབྲས་ནི། ཀླད་པའི་གཡོན་ཁུལ་གྱི་ཕྱེད་ཀྱིས་མིག་ལམ་གྱི་གཡས་ཁུལ་གྱི་འཛིག་རྟེན་ལ་ལྟ་བ་དང་། ཀླད་པའི་གཡས་ཁུལ་གྱི་ཕྱེད་ཀྱིས་མིག་ལམ་གྱི་གཡོན་ཁུལ་གྱི་འཛིག་རྟེན་ལ་ལྟ་བ་འདི་འབྱུང་། དེ་ཡང་མཐོང་ཚོར་བརྒྱུད་ལམ་གྱི་ཆ་ཤས་འགའ་རེར་ཉམས་སྐྱོན་ཐོག་པའི་གནས་སྐབས་དག་ཏུ་གོང་གསལ་ཤེས་རྒྱ་འདི་ཧ་ཅང་འགངས་ཆེན་དུ་འགྱུར་ངེས་ཡིན། དེར་མ་ཟད། མཐོང་བྱའི་མིག་ལམ་ཁྱབ་ཁོངས་གཉིས་པོ་གཅིག་ཏུ་འདུས་པ་དང་། མིག་འབྲས་གཉིས་དབར་གྱི་རྒྱང་ཐག་བཅས་ལ་བརྟེན་ནས་རྡམས་ཚད་འཇལ་བའི་འདུ་ཤེས་སྐྱེ་ཐུབ་ཀྱི་ཡོད།

དེའི་མཇུག་འབྲས་ནི་དེ་ཡུལ་གྱི་གོ་སའི་ཆ་འཕྲིན་སྟེང་དུ་དུས་དང་ཁ་དོག་གི་ནང་གསེས་ཕྱོགས་ཚོས་ཀྱི་ཁྱད་པར་ཚུད་པའི་མིག་ལམ་གྱི་རྣམ་པ་ཆ་ཚང་བ་ཞིག་བསྒྲུན་ཐུབ། དེས་ན་མིག་ལམ་གྱི་གནས་ཕྲ་མོ་ཅི་འདྲ་ཞིག་ཡིན་ཡང་དེའི་ཆེད་དུ་ཊ་སྐྱིའི་ནང་གི་རྩ་འདུས་ཕྲ་ཕུང་རིགས་མི་འདྲ་བ་སྣ་ཚོགས་དག་གིས་གནས་གཅིག་པུ་དེ་དང་འབྲེལ་བའི་ཆ་འཕྲིན་རིགས་སྣ་ཚོགས་པ་ཞིག་དུས་གཅིག་ཏུ་ཐད་གཞིབ་དང་རྩ་ལམ་མང་པོ་བརྒྱུད་དེ་ཀླད་པར་གཏོང་ངོ་(དཔེ་རིས། ༧༠)།།

གོང་དུ་ང་ཚོས་གང་མཐོང་བ་དེ་དང་། གཞན་ཡང་སྐྱེ་དངོས་རིག་པའི་ཆགས་བཀོད་དང་བྱེད་ལས་སྦྲེལ་ཚུལ་གྱི་གཞི་རྩའི་དམ་བཅའ་དེ་དང་མཐུན་པར་བྱེད་ལས་ཐ་དད་ཅི་འདྲ་ཞིག་ཡིན་རུང་། ཡང་ན་ཁ་དོག་དང་། འོད་ཀྱི་ཁྲིམ་ཤུགས་དང་། འགྱུལ་བསྐྱོད་དང་། གཟུགས་བརྙན་གྱི་འཁོད་གནས་ལ་སོགས་པའི་ཆ་འཕྲིན་གྱི་རིགས་སོ་སོའི་བརྒྱུད་ལམ་མཉམ་གཤིབ་ཅན་ཅི་འདྲ་ཞིག་ཡིན་རུང་། དེ་ཀུན་རེ་རེ་ནས་རང་དང་རང་ཆགས་བཀོད་མཚུངས་པའི་ཕྲ་ཕུང་གི་ཚོགས་ཤིག་དང་འབྲེལ་བ་གྲུབ་ལ། ཚན་རིག་པ་རྣམས་ཀྱིས་ཀྱང་ཕྲ་ཕུང་ཚོགས་དེ་དག་གི་བཟོ་བཀོད་དང་འདུས་རྫུལ་གྱི་ངོ་བོ་ཁྱད་པར་བ་རྣམས་གཞི་ལ་བཞག་ནས་དེ་ལྟའི་འབྲེལ་བ་དེ་ངོས་འཛིན་བྱེད་ཐུབ། དེ་ཡང་དཔེར་མཚོན་ནས་བཤད་ན། རིགས་འདྲ་བའི་ཕྲ་ཕུང་གི་ཚོགས་གཅིག་གིས་ཁ་དོག་དམར་ལྗང་དང་འབྲེལ་བའི་ཆ་འཕྲིན་ཞིག་ཊ་སྐྱི་ནས་འཕྲེད་ཀྱི་ལྷ་ངའི་ཀླད་ཞོའི་བར་སྐྱེལ་ལ། ཡང་གཞན་ཞིག་གིས་ཁ་དོག་སྔོ་སེར་དང་འབྲེལ་བའི་ཆ་འཕྲིན་(དཔེ་རིས། ༧༠)འདྲེན་གཏོང་བྱེད་ཅིང་། ཕྲ་ཕུང་གི་ཚོགས་དེ་དག་གིས་རང་དང་དམིགས་བཀར་འབྲེལ་བ་གྲུབ་པའི་སྦྲིན་རྫས་ཀྱི་ཚོགས་ཤིག་སྐྱེད་སྐྱོང་བྱེད་པ་རེད།

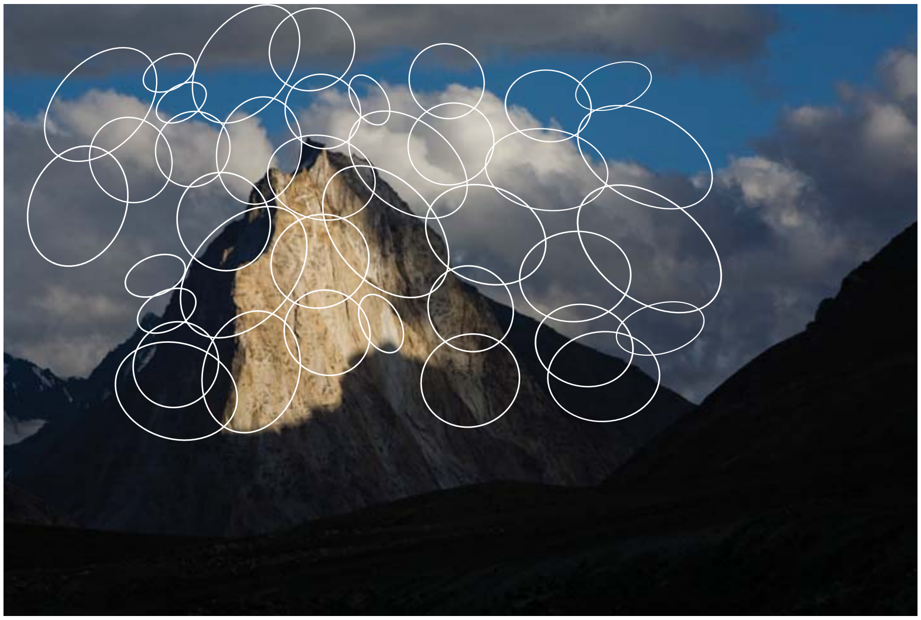


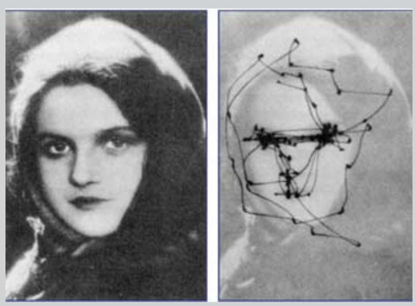
Figure 30: Mapping of an image in the brain. In the image above, each of the circles represents the receptive field of a cell, which signals the brain complementary visual information. The picture we see is constructed from the combined and overlapping signals of these cells.

YOUR TURN: DEPTH PERCEPTION

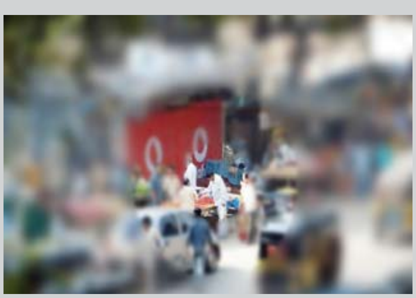
Do you think depth perception is something you're born with or not? Or is it something you can learn through practice? How would you go about investigating this question?

EYE MOVEMENTS

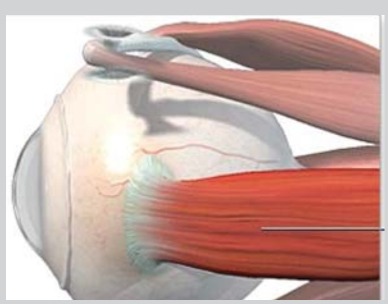
Consider the challenges of seeing objects accurately whether or not you are moving or they are moving or both. Look at the picture of the girl to the right. Do you think your eyes are moving as you look at her?



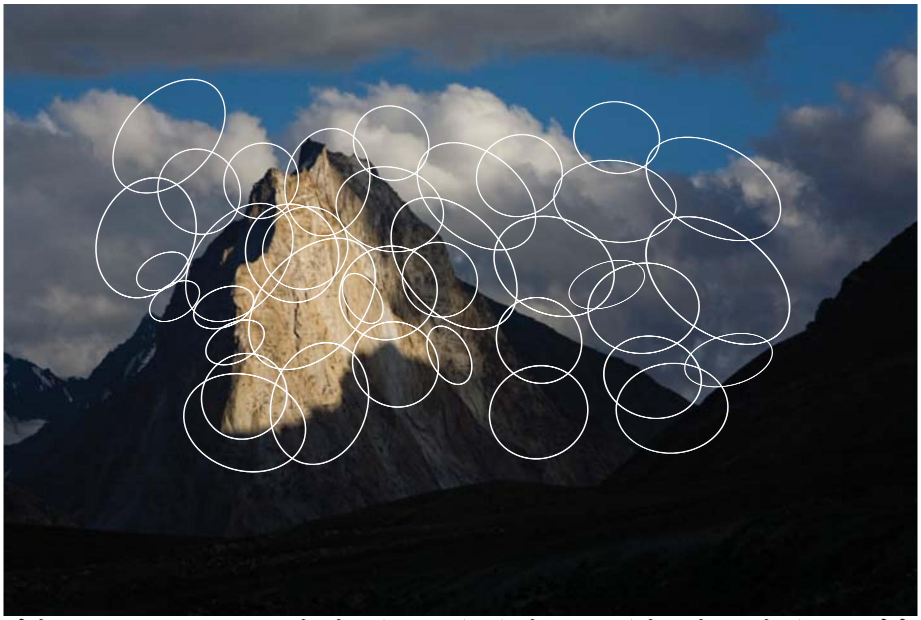
Actually, they are. The image below shows you what a scene would look like if your eyes didn't move. The center of our visual field is in sharp focus due to the high density of cone receptors at the fovea, while the edges of our visual field are blurry due to the rod receptors in the periphery of our retina. When we look at something, however, our eyes are constantly in motion, taking short pictures of different parts of a scene. Our brains use these snapshots to build a unified image.



The picture to the right of the girl shows the typical movement of your eyes as they look at the girl. Using many muscles (see below), the eyes make very small imperceptible movements called saccades, allowing you to scan the image and move it around your retinas to the fovea. Your eyes use saccades to look in all directions, for reading and other forms of scanning, and to look over at something you initially catch a glimpse of on the periphery of your vision. Saccades are controlled by a network of structures in the brainstem and cerebral hemispheres. The image below shows some of the eye muscles that control eye movement.



In addition to saccades, your eye performs smooth movement to track a moving object, vergence movement to align both your eyes on an object, and reflex movement to automatically compensate for other body movements. Even when you think your eyes are still, they're not; they are undergoing fixational movement. So, your eyes are never perfectly still, and never see a static image. Your brain just makes it seem that way.



དཔེ་རིས། ༣༠ ཀླད་པར་གཟུགས་བརྙན་ཞིག་གི་འགྲོས་མཐུན་ཚོར་སྣོང་འཁྲིག་ཚུལ། གོང་གི་པར་རིས་ནང་གི་སྒོར་གཟུགས་རེ་རེ་ནས་ཀླད་པར་མཐོང་ཚོར་གྱི་སྟོལ་སྐོང་ཆ་འཕྲིན་གཏོང་བའི་ཐྲ་ཕྲུང་རེ་རེའི་ཚོར་ཤེས་ར་བ་མཚོན་པར་བྱེད་ལ། དེ་འདྲའི་ཐྲ་ཕྲུང་རེ་རེས་བཏང་བའི་བརྡ་འཕྲིན་སྟོལ་མ་རྣམས་བསྡོམས་པ་ལས་ང་ཚོས་མཐོང་བའི་དཔེ་རིས་དེ་གྲུབ་པ་རེད།

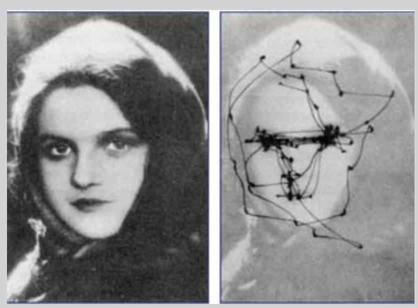
ཁྱོད་ཀྱི་རེས་མོས། ཟམས་ཚད་ཀྱི་འདུ་ཤེས།

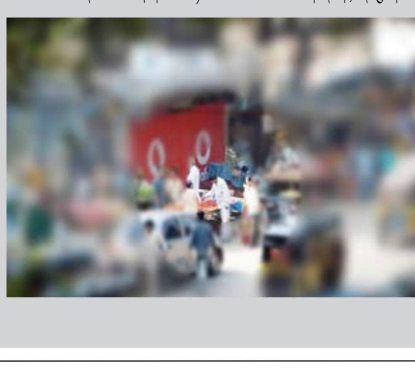
ཁྱེད་ཀྱིས་བལྟས་ན་ཟམས་ཚད་ཀྱི་འདུ་ཤེས་དེ་ཁྱོད་ཉིད་ལ་སྐྱེས་སྟོབས་ཀྱིས་བྱུང་བ་ཞིག་ཡིན་ནམ། འོན་ཏེ་ཕྱིས་སུ་སྦྱངས་སྟོབས་ཀྱིས་ཐོབ་པ་ཞིག་ཡིན། དྲི་བ་འདིར་བརྟག་པ་བྱེད་པར་ཁྱེད་ཀྱིས་དངོས་བཤེར་བརྟག་དཔྱད་ཅི་འདྲ་ཞིག་གཤོམ་མམ།

མིག་གི་འགྱུལ་བསྐྱོད།

ཁྱེད་ཉིད་དམ། ཡུལ་གྱི་དངོས་པོའམ། ཡང་ན་ཡུལ་ཡུལ་ཅན་གཉིས་ཀ་འགྱུལ་བསྐྱོད་རྒྱུག་གིན་དུ་འཁོད་མིན་ཇི་ལྟར་རུང་ཡང་། གནས་སྐབས་དེ་དག་ཏུ་ཁྱོད་ཀྱིས་ཡུལ་དེ་ཇི་ལྟ་བ་བཞིན་མཐོང་བར་ཁྱེད་ལ་དཀའ་ཁག་ཇི་ལྟར་འཕྲད་སྲིད་པའི་སྐོར་ཁྱེད་ཀྱིས་བསམ་གཞིག་ཅིག་བྱོས་དང་། དེར་མ་ཟད། གཡས་ཀྱི་ན་ཚུང་དེའི་འདྲ་པར་ལ་ཡང་གཅིག་ལྟོས་ལ། ཁྱེད་ཀྱིས་བལྟས་ན་ན་ཚུང་དེར་ལྟ་གིན་དུ་ཁྱེད་ཀྱི་མིག་འབྲས་གཡོ་འགྱུལ་གཏོང་གིན་འདུག་གམ་མི་འདུག དེ་ལ་མཉམ་འཇོག་གྱིས།

དོན་དོ་མར་ནི། གཡོ་འགྱུལ་གཏོང་གི་ཡོད་ལ། གལ་ཏེ་སྐབས་དེར་ཁྱེད་ཀྱི་མིག་འབྲས་གཡོ་འགྱུལ་བཏང་མེད་ཚེ་ཁྱོད་ཀྱིས་མཐོང་སྲིད་པའི་ཡུལ་གྱི་རྣམ་པ་ནི་འོག་གི་བརྙན་རིས་དང་འདྲ་བར་མངོན་ཆོག དེ་ཡང་དོང་ཚུང་ལ་ཡོད་པའི་སྣུང་དབྱིབས་སྣེ་ལེན་པ་རྣམས་སྟུག་ཚད་མཐོ་བའི་རྐྱེན་གྱིས་ང་ཚོའི་མིག་ལམ་གྱི་དཀྱིལ་ཆ་དེ་ཆེད་གཏད་ཀྱི་དམིགས་རྟེན་དུ་གྱུར་ཡོད་ལ། དེ་དང་ཆབས་ཅིག་ང་ཚོའི་དྲ་སྐྱིའི་མཐའ་འཁོར་དུ་འཁོད་པའི་དབྱུག་དབྱིབས་སྣེ་ལེན་པ་དག་གི་དབང་གིས་ང་ཚོའི་མིག་ལམ་གྱི་མཐའ་མཚམས་རྣམས་རབ་རིབ་ཏུ་མངོན་གྱི་ཡོད། དེ་ལ་ནམ་ཡང་ང་ཚོས་དངོས་པོ་ཞིག་ལ་བལྟ་བའི་ཚེ་ང་ཚོའི་མིག་ནི་གཏན་དུ་གཡོ་འགྱུལ་གཏོང་གི་ཡོད་པར་མ་ཟད། དེ་ལྟར་བྱེད་ཀྱིན་དུ་ཡུལ་གྱི་རྣམ་པའི་ཆ་ཤས་མི་འདྲ་བ་རྣམས་ཀྱི་འདྲ་པར་དུམ་ཐུང་དེ་འདྲ་ཡང་ལེན་གྱི་ཡོད། དེ་ནས་ང་ཚོའི་ཀླད་པས་འདྲ་པར་གྱི་དུམ་བུ་དེ་རྣམས་བཀོལ་སྤྱོད་ཀྱིས་གཟུགས་བརྙན་གཅིག་ལྷུམ་ཞིག་བསྐྲུན་གྱི་ཡོད་པ་རེད།





ན་ཚུང་དེའི་གཡས་སུ་འཁོད་པའི་དཔེ་རིས་དེས་ན་ཚུང་དེར་བལྟ་སྐབས་ཀྱི་ང་ཚོའི་མིག་གི་འགྱུལ་འགྲོས་དེ་མཚོན་གྱི་ཡོད། དེ་ཡང་ཤ་གནད་བཀོལ་སྤྱོད་(ག་ཤམ་དུ་ལྟོས་)བྱེད་པའི་སྒོ་ནས་ང་ཚོའི་མིག་གིས་ཏ་ཙང་མངོན་ཚུང་བའི་གཡོ་འགྱུལ་བྱེད་ཅིང་། འགྱུལ་སྟབས་དེ་ལ་ཏད་འགྱུལ་དུ་འབོད། དེ་ལ་བརྟེན་ནས་ཁྱོད་ཀྱིས་གཟུགས་བརྙན་དེ་ཕབ་ལེན་བྱེད་ཀྱིན་དུ་དེ་ཉིད་དྲ་སྐྱིའི་ངོས་སུ་བྲངས་ཏེ་དོང་ཚུང་དུ་སྐྱེལ་ཐུབ་པ་རེད། དེ་ཡང་ཁྱེད་ཀྱི་མིག་གིས་ཏད་འགྱུལ་གྱི་འགྱུལ་སྟབས་སྤྱད་པའི་སྒོ་ནས་ཕྱོགས་ཀུན་ཏུ་བལྟ་བ་དང་། ཕབ་ལེན་གྱི་བྱ་བ་གཞན་བྱེད་པ་དང་། ཀློག་པ་དང་། མཐོང་ཡུལ་གྱི་དངོས་པོའི་མཐའ་མཚམས་སུ་དང་ཐོག་ཡུད་ཙམ་ཡུད་ཙམ་ལས་མི་འཆར་བའི་ཡུལ་རྣམས་ལ་བལྟ་སྐྱོར་བཅས་བྱེད་པ་རེད། ཏད་འགྱུལ་གྱི་བྱ་བ་འདི་རྣམས་ནི་ཀླད་ཆེན་གྱི་ལྷུམ་ཕྱེད་དག་དང་ཀླད་རྐང་བཅས་སུ་ཆགས་པའི་ཡན་ལག་གི་ཐྲ་ཚོགས་ཤིག་གིས་ཚོད་འཛིན་བྱེད་པ་རེད། གཞན་ཡང་། ག་ཤམ་གྱི་བརྙན་རིས་དེར་མིག་གི་འགྱུལ་བསྐྱོད་ཚོད་འཛིན་བྱེད་པའི་མིག་གི་ཤ་གནད་འགའི་རྣམ་པ་ཡང་གསལ་ཡོད།

ཁྱེད་ཀྱི་མིག་གིས་ཏད་འགྱུལ་ཙམ་དུ་མ་ཟད། འགྱུལ་གྱིན་པའི་དངོས་པོ་གཟུང་བའི་ཆེད་འཛམ་འགྱུལ་ཡང་རྒྱུག་ཅིང་། ཡུལ་གྱི་དངོས་པོ་གཅིག་གི་སྟེང་དུ་མིག་གཉི་གའི་དམིགས་པ་འཁྲིག་པའི་ཆེད་ཕྱོགས་འགྱུལ་ཡང་བྱེད་པ་དང་། ལུས་ཀྱི་གཡོ་འགྱུལ་གཞན་ལ་རང་འགྱུལ་གྱིས་གུན་གསབ་བྱེད་པའི་ཆེད་ལྡོག་འགྱུལ་ཡང་བྱེད་དོ། །རང་གི་མིག་འབྲས་གཉིས་པོ་འགྱུལ་མེད་བརྟན་པོར་གནས་སམ་སྙམ་པའི་སྐབས་དག་ཏུའང་དོན་ལ་དེ་ལྟར་གནས་མེད་དེ། སྐབས་དེ་དག་ཏུའང་དེ་དག་ཅེར་བལྟའི་འགྱུལ་བསྐྱོད་ཀྱི་བྱ་བར་ཞུགས་པའི་ཕྱིར། དེས་ན་ཁྱེད་ཀྱི་མིག་ནི་དུས་ནམ་ཡང་མཐའ་གཅིག་ཏུ་འགྱུལ་མེད་བརྟན་པོར་གནས་པ་མེད་ལ། དུས་ནམ་ཡང་ཡུལ་གྱི་རྣམ་པ་འགྱུལ་མེད་ཅིག་མཐོང་བའང་གཏན་ནས་མེད། དེ་ལྟར་ནའང་འགྱུལ་མེད་བརྟན་པོར་གནས་སོ་སྙམ་པའི་འཁྲུལ་སྣང་དེ་ཁྱེད་ཀྱི་ཀླད་པས་བསྐྲུན་དོ།།

sends blue/yellow information (Figure 30) and expresses a set of enzymes distinct to that set. Lesions in these areas can result in the kinds of color-blindness seen above in the story of the artist Jonathan I (Story 7). Studies of people with such lesions also show that there is overlapping function among the different channels of information moving through the processing system, that is, each class of cells and their functions are not entirely independent.

Unraveling the connections among parallel processes is one of the major remaining challenges, because, although scientists know significant detail about the types of cells and connections in the LGN, they still don't know exactly the role of the LGN in vision or any other sensory functions. Actually only 10-20% of all the LGN neural information comes from the retina, so perhaps the LGN sorts or controls visual information in relation to other parts of the brain. Scientists continue to use lesion studies to better understand neural structure and function. However, new and more refined techniques involving activation or analysis of specific molecules in the brains of primates (without harming them) performing particular tasks are promising even more accurate and detailed understanding.

LGN TO PRIMARY VISUAL CORTEX (V1)

The visual signal is next passed, again in an organized parallel fashion, to the primary visual cortex, called V1, where more complex information is taken from the signal, information like orientation and direction of the image. Like the LGN, V1 also has a modular, topographic organization following from the LGN (Figure 31). Again, within each module or column of V1, specific types of neurons predominate, corresponding to particular functions for further processing before the information is sent on to the association areas (V2-V5) for even more complex analysis. Information moving through these areas does not just move in one direction, but instead many feedback connections exist, presumably for repeated processing or analysis.

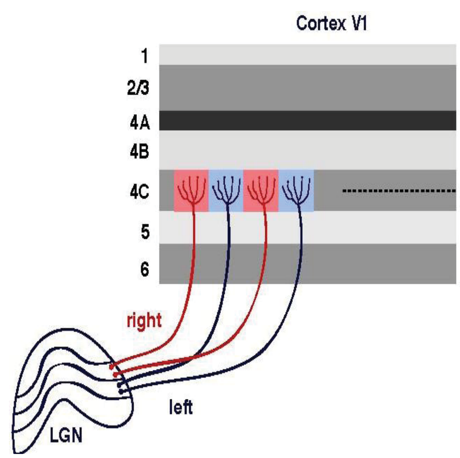


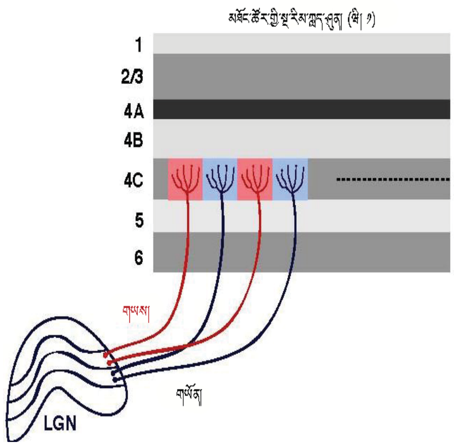
Figure 31: The mapping of V1 following the LGN.

V1 TO ASSOCIATION AREAS

Recent research suggests that the parallel information coming from LGN into V1 is mixed to some extent and not kept entirely separated. The mixing is carried out by a group of spatial- and cell-type specific neurons. These neurons reorganize the information and pass it on to V2. These informational outputs from V1 represent the beginnings of two other distinct sets of information—again identified as separable by the structure and function, location and capa-

ནམ་ཞིག་ས་ཁུལ་འདི་དག་ལ་ཉམས་སྐྱོན་ཕོག་ཚེ་སྔར་གླེང་བའི་ཚོན་འབྲི་མཁན་ཇོ་ན་ཐན་ཨའི་ཡི་དངོས་སྐྱང་(བྱུང་བ་བདུན་པ་)དེར་གསལ་བའི་ཚོན་མདོག་ལོང་ནད་ཀྱི་རིགས་སྐྱེ་སྲིད། ཉམས་སྐྱོན་དེས་ཟིན་པའི་སྐྱེ་བོར་བསླབས་པའི་ཞིབ་འཇུག་བརྒྱུད་ཤེས་རྟོགས་བྱུང་བ་ནི། བརྡ་འཕྲིན་བསྒྲི་སྦྱོར་མ་ལག་ཁྲོན་དུ་འགྲམས་ནས་ཡོད་པའི་ཆ་འཕྲིན་བརྒྱུད་ལམ་དག་གི་བྱེད་ལས་རྣམས་ཕན་ཚུན་བསྟོལ་ནས་ཡོད་པ་དེ་རེད། འདིས་ཕྲ་ཕུང་གི་ཚོགས་དེ་དག་རེ་རེ་དང་དེ་དག་གི་བྱེད་ལས་རྣམས་གཞན་ལ་ལྟོས་མེད་རང་དབང་བ་ཞིག་མིན་པར་བསྟན་པ་རེད།

ཐད་གཞིབ་དང་འགྲུབ་པའི་བྱེད་རིམ་དེ་རྣམས་ཕན་ཚུན་སྦྲེལ་སྦྱོར་བྱེད་ཚུལ་སྐོར་གྱི་གསང་བ་བརྟོལ་རྒྱུ་དེ་ད་གཟོད་གདོང་ལེན་བྱ་རྒྱུའི་དཀའ་ཁག་གཙོ་ཆེ་བ་ཞིག་ཏུ་གྱུར་ཡོད། དེ་ལྟར་གྱུར་པ་ནི། དབང་རྩ་ཚན་རིག་པ་རྣམས་ཀྱིས་འཕྲེད་ཀྱི་ལྷ་ངའི་ཀླད་ཞོའི་ཕྲ་ཕུང་གི་རྣམ་གྲངས་དང་། དེའི་ཁྲོན་གྱི་མཐུད་སྦྱོར་སྐོར་ཞིབ་གནས་གང་མཚམས་ཤེས་ཀྱི་ཡོད་ཙང་། ཕོང་ཚོས་མཐོང་ཚོར་རམ། ཡང་ན་དབང་ཚོར་གྱི་བྱེད་ལས་གཞན་ཐམས་ཅད་ཀྱི་ནང་འཕྲེད་ཀྱི་ལྷ་ངའི་ཀླད་ཞོའི་བྱེད་སྒོ་དང་གནད་འགག་སྙིང་པོ་དེ་གང་ཡིན་ད་དུང་ཇི་བཞིན་ཤེས་ཀྱི་མེད་པའི་རྒྱུ་མཚན་གྱིས་རེད། དོན་ངོ་མར་ཡང་འཕྲེད་ཀྱི་ལྷ་ངའི་ཀླད་ཞོར་སོན་པའི་དབང་རྩའི་ཆ་འཕྲིན་ཡོངས་རྫོགས་ཀྱི་བརྒྱ་ཆ་བཅུ་ནས་ཉི་ཤུ་བར་ཙམ་ཞིག་དྲ་སྐྱི་ནས་དྲངས་པས། གཅིག་བྱས་ན་འཕྲེད་ཀྱི་ལྷ་ངའི་ཀླད་ཞོས་མཐོང་ཚོར་ཆ་འཕྲིན་དབྱེ་གསེས་སམ། ཡང་ན་ཚོད་འཛིན་བྱེད་པ་དེ་ནི་ཀླད་པའི་ཆ་ཤས་གཞན་དག་དང་འབྲེལ་ནས་བྱེད་པའང་ཡིན་སྲིད། ཚན་རིག་པ་རྣམས་ཀྱིས་དབང་རྩའི་ཆགས་བཀོད་དང་བྱེད་ལས་སྐོར་རྒྱུས་ལོན་སྔར་ལས་ལེགས་པ་འཐོབ་ཆེད་ཉམས་སྐྱོན་དབྱེ་ཞིབ་ཀྱི་ཐབས་ལམ་མཐུད་དུ་སྒྲུབ་ཀྱིན་ཡོད། དེ་ལྟར་ནའང་བྱེད་ལས་དམིགས་བཀར་བ་ཞིག་ལ་ཞུགས་ཀྱིན་དུ་བློ་ལྡན་སྟེའི་སྒྲོག་ཆགས་དག་(སྒྲོག་ཆགས་དེ་དག་ལ་དངོས་སུ་མི་གནོད་པར་)གི་ཀླད་པའི་འདུས་རྫུལ་ངེས་བཟུང་དེ་འདྲ་སད་སློང་ངམ། ཡང་ན་ཞིབ་དཔྱོད་བྱེད་ནུས་པའི་དེང་གི་འཕྲུལ་རྩལ་གསར་པ་དང་ཞིབ་ཚགས་ཆེ་བ་དག་ལ་བརྟེན་ནས་སྔར་བས་ཞིབ་ཆ་ཆེ་ལ་གནད་འཁེལ་བའི་གོ་རྟོགས་བསྐྱེད་པའི་རེ་བའི་མདོན་རྟགས་ཕྱིར་གསལ་བཞིན་ཡོད།



དཔེ་རིས། ༡༧ འཕྲེད་ཀྱི་ལྷ་ངའི་ཀླད་ཞོ་(ཨེལ་ཛི་ཨེན།)ནས་ཐོན་པའི་ཆ་འཕྲིན་དག་དང་འཀོད་ལུགས་འགྲོས་མཐུན་པའི་ཆ་འཕྲིན་དེ་འདྲ་མཐོང་ཚོར་གྱི་སྣ་རིམ་ཀླད་ཤུན་(ཕྱི། ༡)དུ་འཀོད་པའི་རྣམ་པ།

- 1 མཐོང་ཚོར་གྱི་སྣ་རིམ་ཀླད་ཤུན་རིམ་པ་དང་པོ།
- 2/3 མཐོང་ཚོར་གྱི་སྣ་རིམ་ཀླད་ཤུན་རིམ་པ་གཉིས་པ་དང་གསུམ་པ།
- 4A མཐོང་ཚོར་གྱི་སྣ་རིམ་ཀླད་ཤུན་རིམ་པ་བཞི་པའི་ནང་གསེས་རིམ་པ་ཀ་པ།
- 4B མཐོང་ཚོར་གྱི་སྣ་རིམ་ཀླད་ཤུན་རིམ་པ་བཞི་པའི་ནང་གསེས་རིམ་པ་ཁ་པ།
- 4C མཐོང་ཚོར་གྱི་སྣ་རིམ་ཀླད་ཤུན་རིམ་པ་བཞི་པའི་ནང་གསེས་རིམ་པ་ག་པ།
- 5 མཐོང་ཚོར་གྱི་སྣ་རིམ་ཀླད་ཤུན་རིམ་པ་ལྔ་པ།
- 6 མཐོང་ཚོར་གྱི་སྣ་རིམ་ཀླད་ཤུན་རིམ་པ་དྲུག་པ།

འཕྲེད་ཀྱི་ལྷ་ངའི་ཀླད་ཞོ་(ཨེལ་ཛི་ཨེན་)ནས་མཐོང་ཚོར་གྱི་སྣ་རིམ་ཀླད་ཤུན་(ཕྱི། ༡)བར།

དེ་ནས་མཐོང་ཚོར་བརྡ་འཕྲིན་དེ་ཉིད་སླར་ཞིང་ཀུང་འཁྲིག་ལ་ཐད་གཞིབ་ཀྱི་སྒོ་ནས་མཐོང་ཚོར་གྱི་སྣ་རིམ་ཀླད་ཤུན་(བསྡུས་མིང་དུ་ཕྱི། ༡ དུ་འབོད་)བར་དུ་འདྲེན་པར་བྱེད། དེ་ཡང་སྣ་རིམ་ཀླད་ཤུན་དེ་ནི་བརྡ་འཕྲིན་དེའི་ཁྲོད་ནས་གཟུགས་བརྙན་གྱི་ཁ་ཕྱོགས་བསྟན་ཕྱོགས་དང་རྒྱུག་ཕྱོགས་ལ་བརྟེན་པའི་ཆ་འཕྲིན་རྟོག་འཛིན་ཆེ་རིགས་རྣམས་འདོན་ས་རེད། འཕྲེད་ཀྱི་ལྷ་ངའི་ཀླད་ཞོ་དང་འདྲ་བར་མཐོང་ཚོར་གྱི་སྣ་རིམ་ཀླད་ཤུན་(ཕྱི། ༡)འདིར་ཡང་འཕྲེད་ཀྱི་ལྷ་ངའི་ཀླད་ཞོ་ནས་ཐོན་ལུགས་དང་མཐུན་པར་ཆ་འཕྲིན་དག་གི་འཀོད་འགྲོས་ཀུང་འཁྲིགས་ནས་ཡོད་(དཔེ་རིས། ༡༧)། འདིར་ཡང་མཐོང་ཚོར་གྱི་སྣ་རིམ་ཀླད་ཤུན་(ཕྱི། ༡)ཁྲོད་ཀྱི་རྒྱང་གཟུགས་སམ་ཀེར་གཟུགས་རེ་རེའི་ནང་དབང་རྩ་ཕྲ་གཟུགས་ཀྱི་རིགས་དམིགས་བཀར་བ་དག་གིས་དབང་སྐུལ་བྱེད་ཅིང་། རིགས་དེ་དག་ཀུང་རྟོག་འཛིན་ཇེ་ཆེའི་རྣམ་པ་ཅན་གྱི་དབྱེ་ཞིབ་འགྲུབ་སའི་འབྲེལ་མཐུད་ས་ཁུལ་(ཕྱི། ༢ ནས་ ཕྱི། ༥ བར་)དག་ཏུ་མ་འགྱོར་སྔ་རོལ་ཏུ་མུ་མཐུད་པའི་བྱེད་རིམ་བརྒྱུད་པར་མགོ་བའི་བྱེད་ལས་ངེས་བཟུང་ཅན་དག་དང་འབྲེལ་ཡོད་དེ་འདྲ་ཡིན་ཆོག ས་ཁུལ་འདི་དག་ཏུ་བརྒྱུད་པའི་ཆ་འཕྲིན་དེ་ཡང་ཁ་ཕྱོགས་གཅིག་ཏུ་རྒྱུག་པ་ཙམ་མི་བྱེད་པར། དེ་ལས་ལྡོག་སྟེ་ཕལ་ཆེར་ཡིན་ངེས་པ་ཞིག་ལ་བྱེད་རིམ་ཨམ་དབྱེ་ཞིབ་མུ་མཐུད་དེ་འགྲུབ་པའི་ཆེད་ཚུར་སླར་སྤྲིན་པའི་མཚམས་ཚིགས་སྣ་ཚོགས་དང་སྦྲེལ་ནས་ཡོད་པ་རེད།

མཐོང་ཚོར་གྱི་སྣ་རིམ་ཀླད་ཤུན་(ཕྱི། ༡)ནས་འབྲེལ་མཐུད་ས་ཁུལ་དག་གི་བར།

འཕྲེད་ཀྱི་ལྷ་ངའི་ཀླད་ཞོ་(ཨེལ་ཛི་ཨེན་)ནས་ཐོན་ཏེ་མཐོང་ཚོར་གྱི་སྣ་རིམ་ཀླད་ཤུན་(ཕྱི། ༡)ནང་རྒྱུག་པའི་ཐད་གཞིབ་ཆ་འཕྲིན་དེ་དག་ཕན་ཚུན་ཟུང་ཟད་འདྲེས་ནས་ཡོད་པས་མཐའ་གཅིག་ཏུ་སོ་སོར་ཕྱེས་ནས་མེད་ཚུལ་ཉེ་ལམ་གྱི་ཞིབ་འཇུག་ལས་ཐོན་ཡོད། དེ་ཡང་འབོད་ཡུལ་དང་ཕྲ་ཕུང་གི་ངོ་བོ་གཉིས་ཀའི་ཆ་ནས་འགྲོས་མཐུན་པའི་དབང་རྩ་ཕྲ་གཟུགས་ཀྱི་ཚོགས་ཤིག་གིས་གོང་གསལ་འདྲེས་སྦྱོར་དེའི་རྐྱེན་བྱེད་ཀྱི་ཡོད་འདུག དབང་རྩ་ཕྲ་གཟུགས་འདི་དག་གིས་ཆ་འཕྲིན་དེ་བསྒྱུར་སྒྲིག་བྱེད་དེ་ཀླད་ཤུན་ཁྲོད་ཀྱི་མཐོང་ཚོར་ས་ཁུལ་གཉིས་པར་(ཕྱི། ༢)འདྲེན་ལ། མཐོང་ཚོར་གྱི་སྣ་རིམ་ཀླད་ཤུན་(ཕྱི། ༡)ནས་འབུས་པའི་ཆ་འཕྲིན་ཐོན་འཕབ་དེ་དག་གིས་ནི་ཆ་འཕྲིན་གྱི་སྟེ་ཚན་ཐ་དད་པ་གཞན་གཉིས་ཀྱི་འགོ་མའི་རྣམ་པ་མཚོན་ཞིང་། དེ་གཉིས་ནི་སྟེང་རྒྱུན་དང་འོག་རྒྱུན་དུ་འབོད་པ་དག་ཡིན་(དཔེ་རིས། ༡༨)། འདི་དག་ཀུང་རང་རང་

bilities of the cells that carry the information— known as the dorsal stream and the ventral stream (Figure 32).

The dorsal stream is also known as the 'where' stream because it processes information about navigation, the location of objects in your visual field, as well as information about those objects' motion, your smooth pursuit eye movements, and figuring out your arm and eye movements in relation to what you're seeing. The ventral stream is also known as the 'what' stream because it has to do with the object's representation, recognizing it, orienting it, processing complex combinations of color and pattern, conscious experience and long-term memory storage.

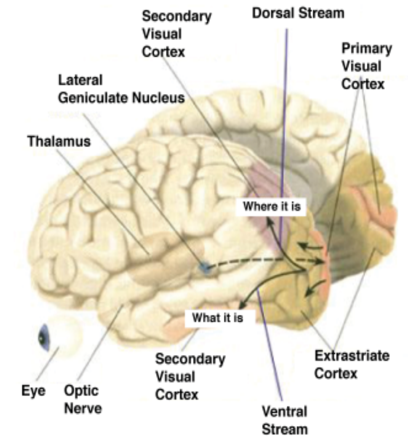


Figure 32: Parallel visual information entering V1 is mixed and passed on to V2. The information passed to V2 is split into two sets - the dorsal and ventral streams. The dorsal stream processes "where" information, while the ventral stream processes "what" information.

The two streams continue to move through the other association areas (Figure 33) where more complex information is gathered. The same themes of functional and structural cell modularity are followed throughout. While they are separate, these two streams of information do interact. After all, the two streams, dorsal and ventral, process the same information, but in relation to different behavioral goals.

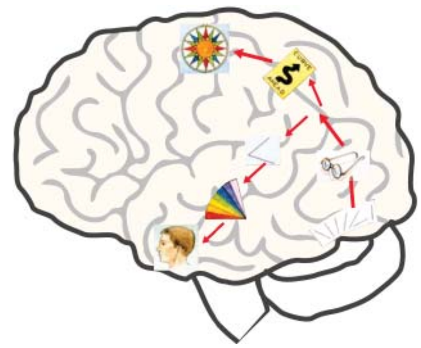
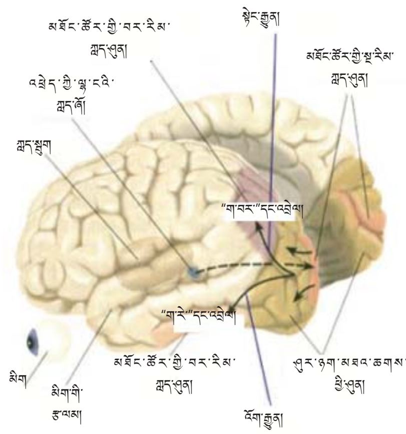


Figure 33: Information is processed by different association areas. While the dorsal and ventral streams of information are separate, they interact and process the same information in different ways.

Specific neurons selectively respond to a specific class of object and are important for identifying that type of object; the object is recognized (and those cells become active) regardless of the location, size, color or other characteristics of the object. When looking at faces, we see more activity in the 'what' ventral stream, and when analyzing location, we see more in the 'where' stream. When parts of the 'where' stream are damaged, people cannot point or grasp accurately and, as we've seen, when parts of the what stream are damaged, facial recognition can be impaired (see Story 4 above).

INTERPRETATION AND CONTEXT

We've been building a story here—moving beyond just parts and individual functions toward a more comprehensive picture of how we see and understand a picture. But we still are a long way from describing the experience of seeing a picture, how we take all these parallel bits of information and in less than a second see it as one complete image. And it's more than that, we don't just see the image, but we see that image and its characteristics as constant regardless of its distance from us, how the light changes, or how its surroundings change. Vision is a dynamic and creative process. For example, our vision is constantly adjusting and adapting to the situation. **Accomodation** is one of many dy-



དཔེ་རིས། ༣༢ མཐོང་ཚོར་གྱི་སྔ་རིམ་ཀླད་ཤུན་(ལྷེ། ༡)ལ་ཞུགས་པའི་གཤིབ་འཕྲོད་ཆ་འཕྲིན་དེ་དག་འདྲེས་མའི་ཚུལ་དུ་གནས་ཤིང་། ཁུལ་དེ་ནས་ཆ་འཕྲིན་དེ་དག་ཀླད་ཤུན་ཕྱོན་གྱི་མཐོང་ཚོར་ས་ཁུལ་གཉིས་པར་(ལྷེ། ༢)གཏོང་བ་རེད། ཀླད་ཤུན་ཕྱོན་གྱི་མཐོང་ཚོར་ས་ཁུལ་གཉིས་པར་(ལྷེ། ༡) བཏང་བའི་ཆ་འཕྲིན་དེ་སྙིང་རྒྱུན་དང་འོག་རྒྱུན་གྱི་ཆ་འཕྲིན་སྡེ་ཚན་གཉིས་སུ་འགྱེ་འགྲོ། དེ་ཡང་སྙིང་རྒྱུན་སྡེ་ཚན་གྱིས་"ག་བར་"དང་འབྲེལ་བའི་ཆ་འཕྲིན་དབྱེ་གསེས་བྱེད་ལ། འོག་རྒྱུན་སྡེ་ཚན་གྱིས་"ག་རེ་"དང་འབྲེལ་བའི་ཆ་འཕྲིན་དབྱེ་གསེས་བྱེད་དོ།།

དཔེ་རིས། ༣༣ གང་སོན་པའི་ཆ་འཕྲིན་རྣམས་འབྲེལ་མཐུད་ས་ཁུལ་སྣ་མང་གིས་དབྱེ་གསེས་བྱེད་པ་རེད། ཆ་འཕྲིན་གྱི་སྙིང་རྒྱུན་དང་འོག་རྒྱུན་སྡེ་ཚན་གཉིས་པོ་ནང་གསེས་ཐ་དད་ཡིན་ཡང་དེ་དག་གིས་ཆ་འཕྲིན་གྱི་རྒྱུ་ཆ་གཅིག་ཉིད་ལ་ཚུལ་མི་འདྲ་བའི་སྒོ་ནས་དབྱེ་གསེས་དང་སྒྲིལ་སྦྱོར་བྱེད།

གི་ཆགས་དབྱིབས་དང་བྱེད་ལས་དང་། ཆ་འཕྲིན་སྐྱེལ་འདྲེན་བྱེད་པའི་ཕྲ་ཕུང་དག་གི་ཆགས་ས་དང་བྱེད་ནུས་བཅས་ལ་བརྟེན་ནས་སོ་སོར་རྣམ་པར་ཕྱེ་བ་ཞིག་ཡིན།

དེ་ལ་སྙིང་རྒྱུན་སྡེ་ཚན་དེར་མིང་གཞན་དུ"ག་བར"གྱི་རྒྱུན་ཞེས་ཀྱང་འབོད་ལ། དེ་ནི་དེས་ས་ཕྱོགས་དང་འབྲེལ་བའི་ཆ་འཕྲིན་སྟེ། རང་གི་མིག་ལམ་དུ་ཚུད་པའི་ཡུལ་གྱི་དངོས་པོ་རྣམས་ཀྱི་འཁོད་གནས་དབྱེ་གསེས་བྱེད་པའི་རྒྱུ་མཚན་གྱིས་ཡིན། དེར་མ་ཟད་དེས་ཡུལ་གྱི་དངོས་པོའི་འགུལ་བསྐྱོད་དང་། འཛམ་ལྷོད་དང་ཡུལ་ལ་རྗེས་འདེད་བྱེད་པའི་ཁྱེད་ཀྱི་མིག་གི་གཡོ་འགུལ། ཁྱེད་ཀྱིས་གང་མཐོང་བ་དང་འབྲེལ་ནས་ཁྱེད་ཀྱི་ལག་ངར་དང་མིག་གི་གཡོ་འགུལ་ཚོད་འཛིན་བྱེད་པ་བཅས་དང་འབྲེལ་བའི་ཆ་འཕྲིན་དག་ལའང་དབྱེ་གསེས་བྱེད། དེ་བཞིན་དུ་འོག་རྒྱུན་སྡེ་ཚན་དེར་མིང་གཞན་དུ"ག་རེ"ཡི་རྒྱུན་ཞེས་ཀྱང་འབོད། དེའི་རྒྱུ་མཚན་ནི་དེ་ཉིད་ཡུལ་གྱི་དངོས་པོའི་རྣམ་པ་དང་། དངོས་པོའི་ངོ་ཚོད། དེའི་ཁ་ཕྱོགས་བསྟན་ཚུལ། ཁ་དོག་དང་འགྲོས་རིམ་གྱི་རྟོག་འཛིན་ཆེ་བའི་འདྲེས་བསྲེས་རང་བཞིན་ལ་དབྱེ་གསེས་ཀྱི་བྱ་གཞག སྦྱོང་ཚོར་མངོན་གྱུར་རིགས། ཕྱུགས་འཛིན་དྲན་པའི་ཞར་ཚགས་བྱེད་རིམ་བཅས་དང་འབྲེལ་བ་ཡོད་པས་ཡིན།

རྒྱུན་གྱི་སྡེ་ཚན་གཉིས་པོ་དེ་རྟོག་འཛིན་ཆེ་བའི་ཆ་འཕྲིན་འདུ་ཐུབ་བྱེད་སའི་འབྲེལ་མཐུད་ས་ཁུལ་གཞན་དག་(དཔེ་རིས། ༣༡)ཕྱོན་དུ་མུ་མཐུད་དུ་རྒྱ་བར་བྱེད། བྱེད་ལས་དང་ཆགས་དབྱིབས་སྙེལ་བའི་ངང་ནས་ཕྲ་ཕུང་དག་གི་ཁེར་རྣམ་འཁྲོངས་བའི་སྟེང་གི་དོན་སྙིང་དེ་ནི་སྐབས་འདི་དག་ཀུན་དུ་གཅིག་མཚུངས་སུ་གནས་སོ། ཆ་འཕྲིན་གྱི་རྒྱུན་གཉིས་པོ་འདི་ཕན་ཚུན་ཐ་དད་སོ་སོ་བ་ཡིན་ཡང་དེ་གཉིས་ཕན་ཚུན་སྲིལ་སྦྱོར་མུ་མཐུད་དུ་བྱེད་ལ། དངོས་འབྲེལ་བྱས་ནའང་། ལྷག་འོག་གི་རྒྱུན་གཉིས་པོ་འདིས་གཤིས་སྦྱོང་གི་གཏང་སོ་ཐ་དད་ལ་དབྱེ་གསེས་ཀྱི་བྱ་བ་སྒྲུབ་ཙམ་ལས། དོན་དུ་ནི་གཉིས་ཀ་ཆ་འཕྲིན་གྱི་རྒྱུ་ཆ་གཅིག་རང་གི་སྟེང་རང་རང་གི་བྱ་བ་སྒྲུབ་བོ།།

དེ་ལ་དབང་རྩ་ཕྲ་གཟུགས་དམིགས་བཀར་བས་ཙ་དངོས་ཀྱི་སྡེ་ཚན་དམིགས་བཀར་དག་ལ་དམིགས་ཀྱིས་ཕྱིས་ཏེ་ཡ་ལན་སྤྲོད་པས། ཙ་དངོས་ཀྱི་རིགས་དེས་བཟུང་དེ་དག་ངོས་འཛིན་བྱེད་པར་དབང་རྩ་ཕྲ་གཟུགས་ཕྱི་བྲག་པ་དེ་དག་གནད་ཆེ་བ་ཡིན། མ་ཟད་ཙ་དངོས་དེས་ཅན་དེ་དག་གི་འཁོད་གནས་དང་། བོངས་ཚད། ཁ་དོག ཁྱད་ཆོས་གཞན་གང་ཡིན་ལ་མ་ལྟོས་པར་དབང་རྩ་ཕྲ་གཟུགས་དག་གིས་ངོས་འཛིན་བྱེད་པར་མ་ཟད། དེ་རྣམས་རང་རང་གི་བྱེད་རྩལ་གྱི་ནུས་པ་སད་དེ་གནས་ཐུབ། དེ་ལ་གཞན་གྱི་ངོ་གདོང་མཐོང་བའི་ཚེ"ག་རེ"ཡི་རྒྱུན་གྱི་ཁུལ་དུ་བྱ་འགུལ་མང་ཙམ་མཐོང་ལ། ཡང་ཆགས་ཡུལ་གྱི་ས་བབ་སྐོར་དབྱེ་ཞིབ་བྱེད་པའི་ཚེ"ག་བར"གྱི་རྒྱུན་གྱི་ཁུལ་དུ་ང་ཚོས་བྱ་འགུལ་མང་བ་མཐོང་གིན་ཡོད། དེ་ལྟར"ག་རེ"ཡི་རྒྱུན་གྱི་ཆ་ཤས་ལ་ཉམས་སྐྱོན་ཕོག་པའི་སྐྱེ་བོ་རྣམས་གཞན་གྱི་གདོང་ངོ་ཚོད་པའི་ནུས་པ་ཉམས་ཚུལ་ང་ཚོས་གོང་དུ་མཐོང་བ་བཞིན། "ག་བར"གྱི་རྒྱུན་གྱི་ཆ་ཤས་ལ་ཉམས་སྐྱོན་ཕོག་པའི་སྐྱེ་བོ་རྣམས་ཡུལ་གྱི་དངོས་པོ་ཇི་བཞིན་དུ་མཐུད་འཛུགས་བྱེད་པའམ་སྦྱར་འདུ་བྱེད་ཐུབ་ཀྱི་མེད། (སྔར་དྲངས་པའི་དངོས་བྱུང་གི་ལོ་རྒྱུས་བཞི་པར་ལྟོས།)

གློག་འཁྲུལ་གྱི་བྱ་བ་དང་སྐབས་ཀྱི་འབྲེལ།

འདིར་ང་ཚོས་འཁྲུལ་བཤད་ཚང་པོ་ཞིག་བསྒྲིག་བཞིན་པ་སྟེ། ཡན་ལག་སོ་སོ་དང་བྱེད་ལས་ཁེར་རྒྱང་སྐོར་གྱི་བཤད་པ་ལས་བརྒལ་ཏེ་གཟུགས་བརྙན་བྱེ་བྲག་པ་ཞིག་ལ་བལྟ་ཞིང་དེ་ཉིད་ངོས་གཟུང་ཚུལ་ཐད་གོ་རྟོགས་ཚང་པོ་ཞིག་བསྐྲུན་པའི་སྤྱི་སྡོམ་གྱི་བཤད་པ་ཞིག་བསྒྲིག་བཞིན་ཡོད། དེ་ལྟར་ནའང་ང་ཚོས་ཆ་འཕྲིན་གྱི་མཉམ་སོན་དུས་བུ་དེ་རྣམས་བླངས་ནས་དུས་ཡུན་སྐར་ཆ་གཅིག་ལས་ཐུང་བའི་ནང་གཟུགས་བརྙན་གཅིག་བླུམ་ཞིག་ལ་མཐོང་ཚོར་བསྐྱེན་པའི་སྒོང་བ་དེ་ཇི་ལྟར་བསྐྱེད་ཚུལ་གྱི་འཁྲུལ་བརྗོད་འཕྲུལ་ཚང་ཞིག་བྱེད་པར་དུ་དུང་དུས་ཡུན་རིང་མོ་ཞིག་འགོར་ངེས་རེད། དེར་མ་ཟད། དེད་ཆོས་གཟུགས་བརྙན་མཐོང་བ་ཙམ་བྱེད་པ་མིན་གྱི། དེད་ཆོས་ནི་རྒྱུད་ཐག་དང་། འོད་ཀྱི་འགྱུར་བ། མཐའ་འཁོར་གྱི་གནས་བབ་འགྱུར་ཀྱིན་པ་བཅས་ལ་ལྟོས་མེད་ཀྱིས་གཟུགས་བརྙན་དང་དེའི་ཁྱད་ཆོས་རྣམས་མི་འགྱུར་བའི་རང་བཞིན་བརྟན་པའི་ངོ་བོར་མཐོང་བ་རེད། དེ་ལ་མཐོང་ཚོར་ནི་གསོན་ཉམས་ལྡན་ལ་ཐབས་རྩལ་ཆེ་བའི་རྒྱུད་རིམ་ཞིག་རེད། དཔེར་ན། ང་ཚོའི་མཐོང་ཚོར་ནི་དུས་རྟག་ཏུ་སྐབས་བབ་ཀྱི་གནས་སྟངས་ལ་གཞིགས་ཏེ་བསྟུན་འགྱུར་དང་བསྒྱུར་འཕྲིག་བྱེད་ཀྱིན་ཡོད། ང་ཚོའི་མཐོང་ཚོར་ལ་ཚང་བའི་གསོན་ཉམས་ལྡན་པའི་བྱེད་རིམ་མང་དག་ཁྲོད་ནས་གཅིག་ནི་འཁྲིག་མཐུན་བྱེད་རིམ་དེ་ཡིན་ལ། བྱེད་རིམ་འདི་ལ་བརྟེན་ནས་ང་ཚོ་ནས་ཡུལ་གྱི་དངོས་པོའི་བར་རྒྱང་ཐག་བསྒྱུར་ནས་ཡང་དུ་འགྱུར་བཞིན་དུ་འང་མིག་གིས་དངོས་པོ་དེར་

namic vision processes; it is the process by which the eye can accurately focus on an object even as its distance from you varies. This is accomplished thanks to your many eye muscles collaborating with your brain. Muscles allow both eyes to track the image so that it remains centered on your fovea: your pupils adjust their size and the light rays entering are bent by changes in the shape of the lens, and thus focused on the fovea.

We started this primer by talking about the importance of context in our understanding of any phenomenon. We discussed neuroscience in the context of human history—science, religion, and culture—and evolutionary history. Context is also vital to how we see and interpret information. Look carefully at step two in our steps of perception we have been developing:

1. **sense**: use our eyes to detect the light reflected from the images ;
2. **take in and interpret what is sensed**: transfer the information experienced in the eye as light into another kind of signal that can go to the brain, selecting out and 'seeing' only the image and only the important parts of the image from all the other background, synthesizing all the light and pieces of the image we see into one image that 'makes sense', and attaching to this image emotions and past experiences stored in the brain and thus, perceiving the images as that of His Holiness;
3. **respond**: signals from the brain based on interpretation lead to relevant response, that is, deciding on a course of action, formulating a plan, and then carrying out that plan: for example, to the hand muscle to pick up the pictures, to the eye to keep looking at the images, to other parts of the brain and body to feel moved or happy.

It is evident our brains are not only *reading* the sensory information they receive, as difficult as that is, but they are also *interpreting* it, based on past experience (memories) as well as pre-established wiring. For example, in looking at the pictures of His Holiness, the brain is asking 'what do other human faces I have seen look like?', but also 'do I recognize this face?' and 'what are my experiences and emotions related to this face/person?' In the visual cortex, such memories must also be integrated with the streams of information we interpret as we see. Humans process face identity in one specific area (Figure 34) and facial expressions in another, and "meaning" of faces in an extended network that includes the amygdala (remember this is part of the limbic, emotion system of our brains). These networks are linked to social responses like fear or avoidance and empa-

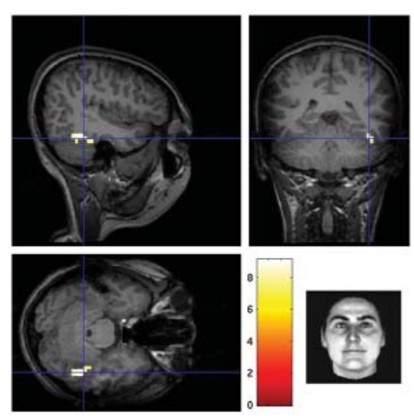


Figure 34: The fusiform face area, located on the ventral surface of the temporal lobe, is specifically activated when viewing faces. like the stimulus shown at the lower right.

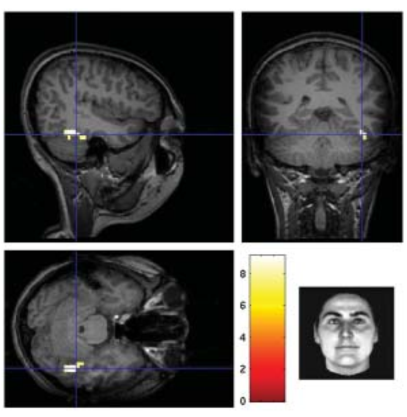
འཕྲུལ་ཆང་སྣོས་དམིགས་པ་གཏོད་ཐུབ་ཀྱི་ཡོད། བྱེད་རིམ་འདི་ཁྱིད་ཀྱི་ཀླད་པ་དང་ལྷན་དུ་མཉམ་རུབ་བྱེད་པའི་མིག་གི་ཤ་གནད་དུ་མའི་མཐུ་ལས་འབྱུང་བ་ཡིན་ཏེ། མིག་ཟུང་གིས་གཟུགས་བརྙན་གྱི་རྗེས་ཚོད་པ་ལ་བརྟེན་ནས་གཟུགས་བརྙན་དེ་ཉིད་དོང་ཚུང་གི་དབུས་སུ་འཁོད་ཐུབ་པ་དེ་ཤ་གནད་དག་གི་བྱེད་པ་ཡིན་པའི་ཕྱིར་དང་། གཟུགས་བརྙན་དོང་ཚུང་ནང་ཏག་ཏག་ཚུད་པ་དེ་ཁྱིད་ཀྱི་མིག་གི་རྒྱལ་མོས་རང་གི་རྒྱ་ཁྱོན་བསྐྱུར་འགྲིག་བྱེད་པ་དང་། དྭངས་གཟུགས་ཀྱི་བཟོ་དབྱིབས་ལ་ཐེབས་པའི་འགྱུར་བ་རྣམས་ཀྱིས་ནང་དུ་ཞུགས་པའི་འོད་ཟེར་རྣམས་འཁྱོག་པོར་བྱེད་པ་བཅས་ལས་བྱུང་བའི་ཕྱིར།

གནས་སྟངས་ག་གེ་མོ་ཞིག་ལ་རྒྱུས་ལོན་བྱེད་པར་དེའི་སྐབས་ཀྱི་འབྲེལ་ཤེས་རྒྱུ་ཅི་འདྲའི་གལ་ཆེན་ཡིན་ཚུལ་གླེང་བའི་སྒོ་ནས་ང་ཚོས་ད་ཐེངས་ཀྱི་སྟོན་འགྲོའི་སློབ་དེབ་འདིའི་འགོ་བཙམས་ལ། དེ་ནས་ང་ཚོས་འགྲོ་བ་མིའི་བྱུང་རབས་ཏེ། ཚན་རིག་དང་། ཆོས་ལུགས། རིག་གཞུང་བཅས་ཀྱི་འབྲེལ་དང་། གཞན་ཡང་འཕེལ་འགྱུར་བྱུང་རབས་ཀྱི་འབྲེལ་དང་སྦྱར་ནས་དབང་རྩའི་ཚན་རིག་སྐོར་གྲོས་སྡུར་བྱས་ཡོད། དེར་མ་ཟད་ཡུལ་གྱི་ཆ་འཕྲིན་ཇི་ལྟར་མཐོང་མིན་དང་། དེར་གློག་འགྲེལ་ཇི་ལྟར་རྒྱག་མིན་བཅས་པའང་སྐབས་ཀྱི་འབྲེལ་ལ་ལྟོས་ཚབས་ཏ་ཅང་ཆེ་བ་ཡིན། དེས་ན་ང་ཚོས་སྒྲིག་བཞིན་པའི་འདུ་ཤེས་བསྐྱེད་ལུགས་མཚོན་པའི་གཤམ་གསལ་འབྱུང་རིམ་ཁྲིད་ནས་རིམ་པ་གཉིས་པར་ཁྱེད་ཀྱིས་ཡིད་གཟབ་དང་དོ་སྣང་བྱེད་དགོས།

༡༽ **ཚོར་སྣོད་སྐྱེ་བ།** ཕྱིའི་གཟུགས་བརྙན་ནས་ཕྱིར་ལྡོག་སྟེ་བྱུང་བའི་འོད་མདངས་ཚོར་ཞིང་ཤེས་པའི་ཆེད་དུ་མིག་བཀོལ་སྤྱོད་བྱེད་པ།

༢༽ **གང་ཚོར་བ་དེ་ཉིད་ནང་འཛིན་བྱས་ཏེ་དེ་ལ་གློག་འགྲེལ་བྱེད་པ།** མིག་གིས་འོད་མདངས་ཀྱི་རྣམ་པར་ཉམས་སུ་མྱོང་བའི་ཆ་འཕྲིན་དེ་ཀླད་པར་བགྲོད་ནུང་བའི་བརྡ་འཕྲིན་གཞན་ཞིག་གི་ངོ་བོར་ཕབ་ནས་དེར་འོར་འཛིན་བྱེད་པ་དང་། ཀླད་པས་རྒྱབ་ལྗོངས་ཀྱི་དངོས་པོ་གཞན་ཐམས་ཅད་ཀྱི་ཁྲོད་ནས་གཟུགས་བརྙན་དེ་ཉིད་དང་གཟུགས་བརྙན་དེའི་ཆ་ཤས་འགངས་ཆེ་བ་དག་གོ་ན་འདེམས་སྒྲུག་གིས་དེ་དག་གོ་ན་ལ་བལྟ་བ་དང་། སྐྱེ་བོས་མཐོང་བའི་འོད་མདངས་ཀྱི་ཆ་ཐམས་ཅད་དང་གཟུགས་བརྙན་གྱི་དུམ་བུ་རྣམས་ཕྱོགས་གཅིག་ཏུ་བསྡུས་ཏེ་"དོན་སྙིང་ཡོད་པའི་"གཟུགས་བརྙན་ཞིག་གི་ངོ་བོར་འཆར་བ་དེར། སྔར་ནས་ཀླད་པར་བསྒོམས་ནས་ཡོད་པའི་འདས་པའི་སེམས་མྱོང་དང་ཉམས་མྱོང་རྣམས་བསྡེབས་པ་ལས་སྣང་བརྙན་དེ་ལྒོང་ས་མཆོག་གི་ཡིན་པར་འདུ་ཤེས་པ།

༣༽ **ཡ་ལན་སྤྲོད་པ།** ཀླད་པས་གློག་འགྲེལ་ཅི་འདྲ་ཞིག་ཏུ་བྱས་པ་དེ་གཞིར་བྱས་ནས་བཟུང་བའི་བརྡ་འཕྲིན་དེས་ལོས་འཚམས་ཀྱི་ཡ་ལན་འདེབས་པར་བསྐུལ་བ་སྟེ། གང་ལ་ཞུགས་རྒྱུའི་བྱ་འགུལ་ངོས་ཟིན་པ། དེ་ལ་འཚམས་པའི་ལས་འཆར་བསྒྲིག་པ། དེ་ནས་ལས་འཆར་དེ་ལག་བསྟར་བྱེད་དུ་འཇུག་པ་བཅས་སོ། ། དེ་ཡང་དཔེར་ན། སྐུ་པར་དེ་ལག་པས་ཡར་འདེགས་སུ་འཇུག་པ་ལྟ་བུ་དང་། ཡང་ན་སྣང་བརྙན་དེར་མིག་གིས་བལྟ་རུ་འཇུག་པ། དེ་བཞིན་དུ་ཀླད་པ་དང་ལུས་ཀྱི་ཆ་ཤས་གཞན་དག་ལ་བསྐུལ་བའི་ཚོར་བའམ། ཡང་ན་དགའ་སྣང་གི་ཚོར་བ་སྐྱེར་བ་ལྟ་བུའོ།།



དཔེ་རིས། ༡༩ དཔེ་རིས་འདིའི་འོག་རིམ་གྱི་གཡས་ངོས་སུ་གསལ་བའི་བརྙན་པར་ལྟ་བུ་སྐྱེ་བོ་ཞིག་གི་ངོ་གདོང་ལ་བལྟ་བའི་སྐབས། ལྟ་མཁན་གྱི་སྐྱེ་བོ་དེའི་ཀྲ་ལྷག་འདབ་མའི་མཐིལ་ངོས་སུ་འཕོད་པའི་འབར་གཟུགས་ཅན་གྱི་གདོང་ཚོར་ཆ་ཁུལ་དེ་ལྷག་པར་དུ་ཡར་སད་ཀྱི་ཡོད།

འདིར་མཚོན་གསལ་དུ་ཕྱོན་པའི་དོན་ཞིག་ནི། ང་ཚོའི་ཀླད་པས་རང་ལ་འཁོར་བའི་དབང་ཚོར་ཆ་འཕྲིན་རྣམས་གློག་འདོན་ཙམ་བྱས་ཏེ་(ཕྱིར་ན་འདིའི་བྱ་བའང་ལས་སླ་པོ་ཞིག་མིན་)མི་འཛོག་པར། དེས་དང་ཐོག་ནས་གྲུབ་གྲུབ་ཁར་ཡོད་པའི་འབྲེལ་མཐུད་དྲ་ཐག་དང་འདས་པའི་ཉམས་མྱོང་(དྲན་པ་)བཅས་གཞི་ལ་བཞག་ནས་བརྡ་འཕྲིན་དེ་རྣམས་ལ་གློག་འགྲེལ་ཡང་རྒྱག་གི་ཡོད། དཔེར་ན། ལྒོང་ས་མཆོག་གི་སྐུ་པར་མཐོང་སྐབས་ཀླད་པས་རང་གིས་རང་ལ། ངས་མཐོང་མྱོང་བའི་ངོ་གདོང་གཞན་རྣམས་དང་འདིའི་དབར་འདྲ་མཚུངས་ཆ་གང་འདུག་གམ། ཞེས་པའི་དྲི་བ་ཙམ་དྲིས་ཏེ་མི་འཛོག་པར། ངས་ཞལ་རས་འདི་ངོ་ཤེས་སམ། ངར་ཞལ་རས་/སྐྱེས་བུ་འདི་དང་འབྲེལ་བའི་ཉམས་མྱོང་དང་སེམས་མྱོང་གང་དང་གང་ཡོད་དམ། ལྟ་བུའི་དྲི་བའང་བྱེད་པ་རེད། ང་ཚོས་གང་ཞིག་མཐོང་གིན་དུ་གློག་འགྲེལ་རྒྱག་ཡུལ་གྱི་ཆ་འཕྲིན་གྱི་རྒྱུན་དེ་མཐོང་ཚོར་ཀླད་ཤུན་ཁུལ་དུ་འདས་པའི་དྲན་པ་དག་དང་ལྷན་དུ་སྡེབ་སྦྱིག་གི་བྱེད་རིམ་ཞིག་ངེས་པར་བརྒྱུད་དགོས་པ་ཡིན། མི་རྣམས་ཀྱི་གཞན་གྱི་གདོང་ངོ་ཚོད་པའི་བྱ་བ་དེ་ཀླད་པའི་ཆ་ཤས་ངེས་བཟུང་ཞིག་ཏུ་(དཔེ་རིས། ༡༩)འགྲུབ་པ་དང་། ངོ་གདོང་གི་རྣམ་འགྱུར་ངོས་འཛིན་པའི་བྱ་བ་དེ་དེ་ལས་གཞན་ཞིག་ཏུ་འགྲུབ་ཅིང་། ངོ་གདོང་གི་འཁྱེར་སོའི་གོ་དོན་གློག་འགྲེལ་གྱི་བྱ་བ་དེ་ནི་ཁམ་ཅིག

thy or affiliation. Recognition of emotion in others and emotional-evaluative responses in ourselves is critical to social competence. Damage to brain regions involved in these functions is associated with impaired social interactions.

YOUR OWN PERSONAL CONTEXT

So, we break the image into parts (edges and shapes, colors and motion), fill in the missing pieces, bind the objects together, and judge object size and distance from us, while at the same time mixing in emotion and memories as we go. Thus, your brain, in figuring out what you're seeing, considers historical context also! In this case, both your own personal history, memories of experiences and emotions associated with what's being seen, and evolutionary history, the capacities allowed and constraints imposed by the genes, cells, and tissues that have evolved in the central nervous system of the human species are involved.

These two histories—the evolutionary and the personal—are tightly linked, reinforcing, and complementary, and their interactions will be discussed in detail in Life Sciences Primer III and other primers. One major implication of the impact of these two histories on how we see (or sense or think or understand) is that no two people see, sense, or think about things the same way. So, although there are clearly similarities in everyone's basic underlying biology, no two people have the same experiences; therefore, no two brains see, think, or experience the same things in the same way. Clearly, this significant biological fact also has significant health, philosophical, psychological, social, and cultural implications.

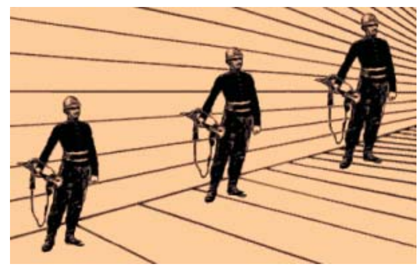


Figure 35: Size and distance of objects in our visual fields. Which soldier do you think is larger? In fact, the three individuals pictured are the same size and are the same distance from us on the page. Our brain contextualizes the information based on the relationship between the objects and their background.

CONTEXT INFLUENCES PERCEPTION

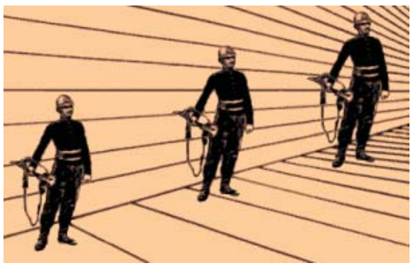
To determine the size and distance of objects in our visual field, our brains automatically compare the spatial relationships of those objects to each other and their contextual relationship to other objects near to the ones on which we are focused (Figure 35).

Context is extremely important for how we see in three dimensions, which we are able to do by analyzing and comparing slight disparities between information from our two eyes. This so-called **binocular disparity** is analyzed in different ways with different sensitivities in both the dorsal and ventral streams that together add up to us seeing and understanding what we see in three dimensions.

Figure 36: A context-dependent illusion. Your brain interprets the figure depending on context. If you read across the page, you see "A B C"; if you read down the page, you see 12, 13, 14.

གླད་ལོ་(འདི་གླད་པའི་མཐའ་འཁོར་མ་ལག་སྟེ་སེམས་སྦྱོང་མ་ལག་དེའི་ཆ་ཤས་ཡིན་པར་དྲན་དགོས་)ཚུད་པའི་དྲ་ཐག་རྒྱ་ཆེ་ཞིག་གི་རྒྱུད་དུ་འགྲུབ་ཀྱི་ཡོད། དྲ་ཐག་འདི་དག་ནི་འཛིགས་སྐྲག་གམ་གཟུར་གཡོལ་དང་། ཡང་ན་མཉམ་སྦྱོང་གི་བསམ་པའམ། མཉམ་སྤེལ་གྱི་བསམ་པ་ལྟ་བུ་སྤྱི་ཚོགས་འཚོ་བའི་ཁྲིད་ཡ་ལན་སྒྲོད་པའི་རྣམ་འགྱུར་དག་དང་འབྲེལ་བ་ཡོད། གཞན་རྒྱུད་ཀྱི་སེམས་སྦྱོང་དོས་ཐེན་པ་དང་དེ་དག་ལ་དམིགས་ནས་སྦྱོང་ཤེས་དང་འབྲེལ་བའི་ཡ་ལན་གྱི་རྣམ་འགྱུར་རང་རྒྱུད་ལ་བསྐྱེད་རྒྱུ་བཅས་ནི་སྤྱི་ཚོགས་ཁྲིད་བློ་གཉེང་ཐོབ་པར་ཏ་ཅང་གནད་ཆེ། བྱེད་ལས་འདི་དག་དང་སྦྲེལ་བའི་གླད་པའི་ས་ཁུལ་རྣམས་ལ་ཉམས་སྐྱོན་ཕོག་པས་དམངས་ཁྲིད་དུ་འབྲེལ་སྦྱོར་བྱེད་པའི་ནུས་རྩལ་ཉམས་དམས་སུ་གཏོང་བ་རེད།

ཁྱིད་མི་བུ་སྐྱེར་གྱི་སྐབས་ཀྱི་འབྲེལ།



དཔེ་རིས། ༣༥ ང་ཚོའི་མིག་ལམ་དུ་ཤར་བའི་ཅ་དངོས་རྣམས་ཀྱི་བོངས་ཚད་དང་རྒྱང་ཐག ཁྱེད་ཀྱིས་བལྟས་ན་དམག་མི་འདི་དག་ལས་སུ་ཞིག་གི་ལུས་བོངས་ཆེ་ཤོས་སུ་འདུག་གམ། དོན་དངོས་སུ་ནི། དཔེ་རིས་ནང་གསལ་བའི་མི་བུ་གསུམ་པོ་དེ་རྣམས་ཆ་ཚད་གཅིག་མཚུངས་ཡིན་པ་དང་། ཤོག་ངོས་སྟེང་དུ་ང་ཚོ་ནས་རྒྱང་ཐག་ཀྱང་གཅིག་པར་འཁོད་ཡོད། དེ་ལྟར་ནའང་ང་ཚོའི་གླད་པས་མི་བུ་དེ་དག་ཕན་ཚུན་གྱི་འབྲེལ་བ་དང་། དེ་དག་གི་རྒྱབ་ལྗོངས་ཀྱི་རྣམ་པ་གཞི་ལ་བཟུང་སྟེ་འབྲེལ་ཡོད་ཀྱི་ཆ་འཕྲིན་དེ་སྐབས་ཀྱི་འབྲེལ་བ་ལ་འཚམ་སྒྲིག་བྱེད་ཀྱིན་ཡོད།

དེས་ན་ང་ཚོས་རྒྱུན་དུ་གཟུགས་བརྙན་གྱི་ཡི་མོའི་ཆ་ཤས་སོ་སོར་འཕྲུལ་བ་དང་། དེ་དག་ཁྲིད་ཀྱི་སྟོང་ཆ་རྣམས་སྐོང་བ། ཆ་ཤས་རྣམས་གཅིག་ཏུ་སྡོམ་པ། དངོས་པོའི་བོངས་ཚད་འདེལ་བ། རང་ལ་ལྟོས་ནས་གཟུགས་བརྙན་དེའི་རྒྱང་ཐག་འཚོལ་བ་བཅས་ཀྱི་བྱ་བར་གཞོལ་ལ། དེ་ལྟར་བྱེད་ཀྱིན་དུ་སེམས་སྦྱོང་དང་དྲན་པའི་ཆ་རྐྱེན་རྣམས་མཉམ་བསྲེས་ཀྱང་བྱེད་པ་རེད། དེ་ལྟར་ན་ཁྱེད་ཀྱིས་གང་མཐོང་བའི་ཆོས་དེར་ཁྱེད་ཀྱི་གླད་པས་དབྱེ་ཞིབ་བྱེད་པ་ན་དེས་སྐབས་བསྟུན་བྱུང་རབས་ཀྱི་འབྲེལ་ཡང་བསམ་གཞིག་གི་ཡུལ་དུ་འཁྱེར་སོ། །ཁྱི་ཡང་ཁྱེད་ཀྱི་གནས་སྟངས་དཔེར་བཟུང་ན། དེ་ལྟའི་བྱུང་རབས་ཀྱི་འབྲེལ་གྱི་ཁྲིད་ཁྱིད་མི་བུ་སྐྱེར་གྱི་བྱུང་རབས་ཏེ། གང་མཐོང་བའི་ཆོས་དེ་དང་འབྲེལ་བའི་ཁྱིད་ཀྱི་འདས་པའི་ཉམས་སྦྱོང་དང་སྦྱོང་ཚོར་གྱི་དྲན་པ་དག་དང་། འཕེལ་འགྱུར་གྱི་བྱུང་རབས་ཏེ་མིའི་ཉེ་རིགས་ཀྱི་དབང་རྩ་ལྟེ་བའི་མ་ལག་གང་ལས་གྲུབ་པའི་རིགས་རྫས་དང་ཕྲ་ཕུང་དང་ཕུང་གྲུབ་བཅས་ཀྱིས་བསྐྱེད་པའི་བཀག་ཆ་དང་བྱེད་ནུས་ཐེ་བའི་བྱུང་རབས་གཉིས་ཀ་འདུས་སོ། །

བྱུང་རབས་འདི་གཉིས་པོ་སྟེ། འཕེལ་འགྱུར་སྤྱི་དང་མི་བུ་སྐྱེར་གྱི་བྱུང་རབས་གཉིས་པོ་ཕན་ཚུན་དམ་པོར་སྦྲེལ་ཡོད་ལ། གཅིག་གྲོགས་སུ་གཅིག་འགྲོ་བ་དང་། ཕན་ཚུན་ཁ་སྐོང་རེས་བྱེད་པ་ཞིག་ཡིན། ཆེ་སྲོག་ཚན་རིག་གི་སྔོན་འགྲོའི་སློབ་དེབ་གསུམ་པ་དང་སྔོན་འགྲོའི་སློབ་དེབ་གཞན་རྣམས་སུ་འདི་གཉིས་ཕན་ཚུན་སྦྲེལ་སྦྱོར་བྱེད་ཚུལ་ཐད་རྒྱས་བཤད་བྱས་ཡོད། །ང་ཚོས་གང་ཞིག་ཚུལ་ཇི་ལྟར་དུ་མཐོང་ཡུགས་(ཚོར་ཡུགས། རྟོག་ཡུགས། ཤེས་ཡུགས།)སྟེང་གོང་གསལ་བྱུང་རབས་གཉིས་པོ་དེས་བཟོས་པའི་ཤུགས་རྐྱེན་གནད་ཆེ་བ་ཞིག་ནི། མི་བུ་གཉིས་སུ་འདྲ་ཞིག་ཡིན་ཡང་དེ་དག་དབང་ཡུལ་མཐོང་ཚུལ་དང་། ཚོར་ཚུལ། དེར་མཐོ་བསམ་འཁོར་ཚུལ་བཅས་མི་མཚུངས་པ་དེ་རེད། དེར་བརྟེན་སྤྱིར་ན་མི་བུ་ཀུན་གྱི་གཞི་རྩའི་སྐྱེ་དངོས་གནས་ལུགས་ཐད་འདྲ་སའི་ཆ་མང་དག་ཅིག་ཡོད་པ་ཆེས་མངོན་པར་གསལ་ཡང་། མི་བུ་གཉིས་སུ་འདྲ་ཞིག་ཡིན་ཡང་དེ་དག་གི་ཉམས་སྦྱོང་མི་མཚུངས་ལ། དེའི་དབང་གིས་གླད་པ་གཉིས་ཅི་འདྲ་ཞིག་ཡིན་ཡང་དེ་དག་གིས་ཡུལ་གྱི་དངོས་པོ་གཅིག་ལ་འཆར་མཐོང་ཚུལ་དང་། རྟོག་ཚུལ། ཉམས་སུ་སྦྱོང་ཚུལ་མི་མཚུངས་སོ། །གནད་ཆེ་བའི་སྐྱེ་དངོས་ཀྱི་གནས་ལུགས་འདིས་ཧན་ཏན་འཕྲོད་བསྟེན་དང་། ལྟ་གྲུབ། སེམས་ཁམས། ཚོགས་སྟེ། རིག་གཞུང་བཅས་དང་འབྲེལ་བའི་རྗེས་འབྲས་ཧླབས་ཆེན་དེ་འདྲ་འཇོག་ངེས་རེད།

སྐབས་ཀྱི་འབྲེལ་གྱིས་འདུ་ཤེས་ལ་ཕུགས་རྐྱེན་བཟོ་ཚུལ།

དཔེ་རིས། ༣༦ སྐབས་ཀྱི་འབྲེལ་ལ་བརྟེན་པའི་འཁྲུལ་སྣང་། ཁྱེད་ཀྱི་གླད་པས་སྐབས་ཀྱི་འབྲེལ་སྦྱར་ནས་དཔེ་རིས་དེར་གློག་འཕྲུལ་བྱེད་པས། གལ་ཏེ་ཁྱོད་ཀྱིས་ཤོག་ངོས་དེ་འཕྲེད་དུ་བལྟག་ན་ཁྱོད་ཀྱིས་ཡི་གེ་"A B C"མཐོང་ལ། ཡང་ཁྱོད་ཀྱིས་ཤོག་ངོས་དེ་གཞུང་དུ་བལྟག་ན་ནི་ཁྱེད་ཀྱིས་ཨང་གྲངས་"12, 13, 14"མཐོང་ངོ་།།

ང་ཚོའི་མིག་ལམ་དུ་ཤར་བའི་ཅ་དངོས་དག་གི་བོངས་ཚད་དང་རྒྱང་ཐག་ངེས་གཏན་བྱེད་ཆེད་ང་ཚོའི་གླད་པས་ཅ་དངོས་དེ་དག་དབང་གི་བར་རྒྱང་གི་ཁྱད་པར་རྣམས་ཕན་ཚུན་མཚུངས་སྡུར་བྱེད་པར་མ་ཟད། ང་ཚོས་གང་ལ་དམིགས་པ་གཏད་སའི་ཅ་དངོས་དེ་དག་གི་ཉེ་འཁྲིས་སུ་འཁོད་པའི་ཅ་དངོས་གཞན་དག་ལ་ལྟོས་པའི་སྐབས་བསྟུན་གྱི་འབྲེལ་རྣམས་ཀྱང་ང་ཚོའི་གླད་པས་ཕན་ཚུན་གཤིབ་སྡུར་བྱེད་ཀྱི་ཡོད་(དཔེ་རིས། ༣༥)།

ང་ཚོས་ཅ་དངོས་གང་ཡང་ཕྱོགས་ཆ་གསུམ་ཅན་དུ་མཐོང་བར་ནི་སྐབས་བསྟུན་གྱི་འབྲེལ་གྱི་ཆ་རྐྱེན་དེ་ཏ་ཅང་གལ་ཆེ། དེ་ཡང་ང་ཚོའི་མིག་གཉིས་པོའི་བརྒྱུད་ནས་སོན་པའི་ཆ་འཕྲིན་དག་ལ་དབྱེ་ཞིབ་བྱེད་པ་དང་། ཆ་འཕྲིན་དེ་དག་གི་ནང་གསེས་ཏེ་བག་ཕྲ་མོ་རྣམས་ཕན་ཚུན་མཚུངས་སྡུར་བྱེད་པའི་སྒོ་ནས་ང་ཚོས་ཅ་དངོས་ཞིག་ཕྱོགས་ཆ་གསུམ་ཅན་དུ་མཐོང་ཐུབ་པ་རེད། བྲང་ཆས་ཏེ་བག་ཁ་འཕོད་པའི་གོང་གི་ཏེ་བག་དེ་ནི་ཚོར་དང་མི་འདྲ་བ་དང་ལས་ཐབས་མི་འདྲ་བའི་སྒོ་ནས་སྟེང་རྒྱུན་དང་འོག་རྒྱུན་གཉིས་ཀར་དབྱེ་ཞིབ་ཀྱི་བྱེད་རིམ་བརྒྱུད་ལ། དེ་ལྟའི་བྱེད་རིམ་གྱི་མཐུ་ལས་ང་ཚོའི་རྒྱུད་ཀྱི་ཕྱོགས་ཆ་གསུམ་ཅན་གྱི་ཡུལ་མཐོང་བ་དང་ཤེས་པ་དེ་གྲུབ་པ་རེད།

CONTEXT, RECOGNITION, AND BINDING

Our brains also use context to help identify and recognize, and thus to see and learn more about the particular objects or images. Look at Figure 36. In the context of the horizontal objects, the center object is seen as the letter B, but in the vertical context, we see the center object as the number 13.

Ann Treisman and Bella Julesz have done some interesting experiments addressing what is called the binding problem—how we move from seeing boundaries, edges, and context to a percept. They and others find that a key in seeing and interpreting an image is where we focus our **attention**, or put another way, association requires attention. Why, after all, is our attention drawn to human faces first, and not clothes or arms? In a complicated scene like that in Figure 37, what draws your attention? Do you think others focus on something else?

Treisman and Julesz started at a very basic level with images like that in Figure 38 (from Bergen and Julesz, 1983). The scientists found that when they asked people about what they saw in such images, they focused on boundaries and edges.....

Figure 37: What do you focus on in this photo? Why do you think our attention is drawn to faces first?

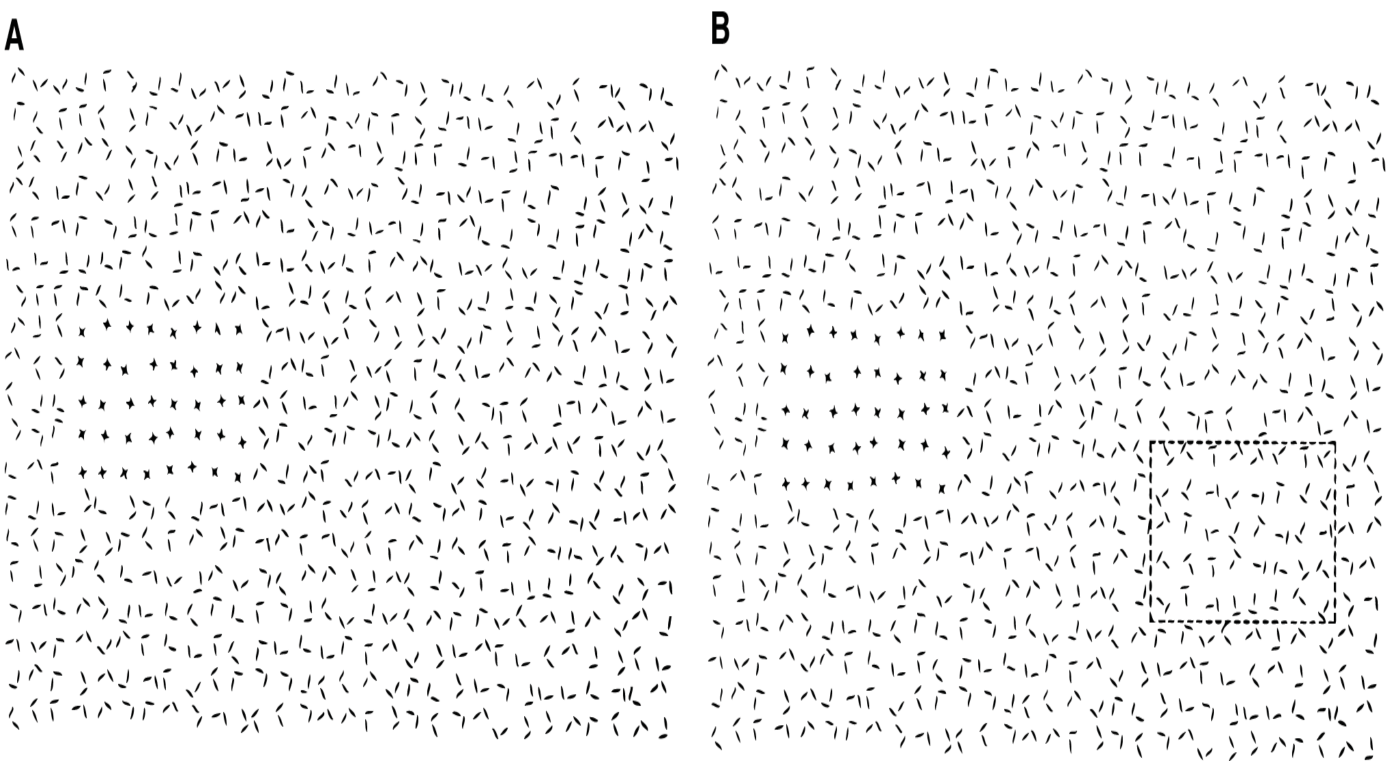


Figure 38: Treisman and Julesz performed basic experiments about the binding problem -- how we move from seeing boundaries, edges, and context to precepts. They found that when people were asked to look at images like A and B, they instantly saw the + signs. However, when asked to find the section of Ts, it often took longer [surrounded by a dotted square in B]. Tresiman and Julesz concluded that attention is drawn by and to boundaries and their color, orientation, and brightness.

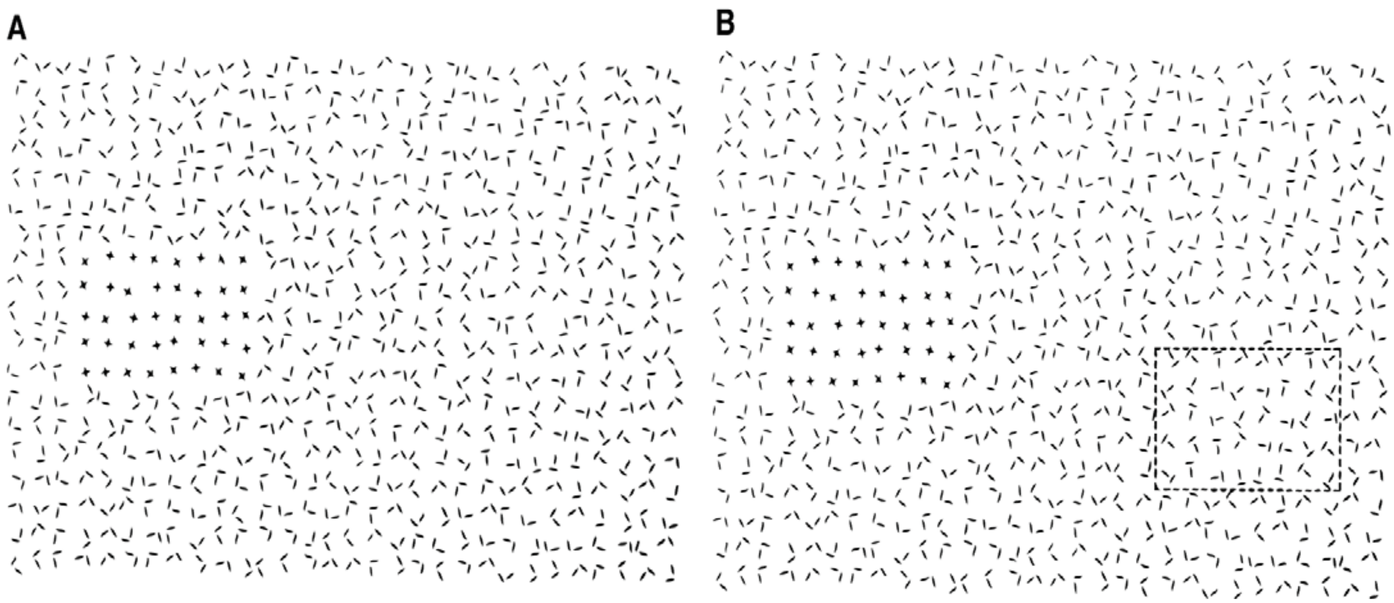
དཔེ་རིས། ༣༥ འདྲ་བར་འདིར་བལྟ་སྐབས་དེའི་ཆ་ཤས་གང་ཞིག་ལ་ཁྱེད་ཀྱིས་དམིགས་པ་གཏོད་ཀྱིན་འདུག་གམ། ཁྱེད་ལྟར་ན་ངེད་ཚོའི་དོ་སྣང་དང་པོ་དེ་མིའི་ངོ་གདོང་ལ་འབབ་ཀྱིན་པ་འདི་ཅིས་ཡིན་ནམ།

སྐབས་ཀྱི་འབྲེལ། ངོ་ཚད་ཀྱི་བྱ་བ། འཆིང་སྒྲོར་གྱི་བྱེད་རིམ་བཅས།

ངེད་ཚོའི་ཀླད་པས་ཡུལ་གྱི་དངོས་པོའམ་གཟུགས་བརྙན་བྱེ་བྲག་པ་ཞིག་ངོས་གཟུང་བ་དང་ངོ་རྟགས་གཙོད་པ་སྟེ། དེ་དག་མཐོང་བ་དང་དེ་དག་སྔོར་ལྷག་པོ་ཤེས་པའི་སྐད་དུའང་སྐབས་ཀྱི་འབྲེལ་སྒྲོད་སྔོར་བསྟེན་པ་རེད། དཔེ་རིས་ ༣༧ ལ་གཅིག་ལྟོས་དང་། འཕྲེད་དུ་འཕོད་པའི་དངོས་པོའི་འབྲེལ་ནས་བལྟས་ན་དབུས་ཀྱི་རྣམ་པ་དེ་ཡིག་འབྲུ་ B ཡི་ཚུལ་དུ་མཐོང་ལ། འོན་ཀྱང་གཞུང་དུ་འཕོད་པའི་དངོས་པོའི་འབྲེལ་ནས་བལྟས་པས་ནི་དབུས་ཀྱི་དེ་ཉིད་ཨང་གྲངས་ ༡༣ གྱི་ཚུལ་དུ་མཐོང་ངོ་།།

འཆིང་སྒྲོར་གྱི་དཀའ་ཁག་ཏུ་འཐོད་པ་འདིའི་རང་བཞིན་གསེད་བཀྲོལ་བྱེད་ཆེད་ཨེན་ཟཱ་ཡིསི་མེན་དང་སྣེ་ལ་ཞུལ་ཛི་གཉིས་ཀྱིས་ཡིད་དབང་འགྱུག་པའི་བརྟག་དཔྱད་ཁག་ཅིག་བསྒྲུབས་ཡོད། དཀའ་ཁག་དེ་ནི་ངེད་ཚོས་རྣམ་པ་ག་གེ་མོ་ཞིག་གི་མཐའ་མཚམས་དང་། དེའི་གྲུ་ཟུར་དང་། སྐབས་ཀྱི་འབྲེལ་མཐོང་བ་ནས་འགོ་བཙམས་ཏེ། དེར་དམིགས་པའི་འདུ་ཤེས་བསྐྱེད་པའི་བར་གྱི་རིམ་པ་དེར་ཐེར་བ་རེད། ཁོང་གཉིས་དང་དེ་བཞིན་དུ་སྐྱེ་བོ་གཞན་ལ་བརྟག་དཔྱད་དེ་བརྒྱུད་གང་ཞིག་ཉེད་རྟོགས་བྱུང་བ་ནི། གཟུགས་བརྙན་ཞིག་མཐོང་བ་དང་དེར་ཀློག་འགྲེལ་བྱེད་པའི་ངེད་ཚོའི་བྱེད་རིམ་དེའི་འགག་རྩ་ཞིག་ནི་ངེད་ཚོས་གང་ལ་དམིགས་འཛུགས་བྱེད་སའི་གཞི་དེ་ཡིན་པ་དེ་རེད། འདི་ཉིད་བརྗོད་ཚུལ་གཞན་དུ་བྱས་ན། གཞི་གང་ལ་བརྟེན་པའི་འབྲེལ་འདོགས་ཀྱི་བྱེད་རིམ་འགྲུབ་པ་ལ་གཞི་དེར་དམིགས་འཛུགས་བྱེད་དགོས་པ་དེ་རེད། དེ་ཡང་གནས་སྐབས་ཅི་འདྲ་ཞིག་ཡིན་རུང་ངེད་ཚོས་ཐོག་མར་སྐྱེ་བོའི་ངོ་གདོང་ལ་དམིགས་འཛུགས་བྱེད་ཀྱི། གཞན་གོས་དང་དཔུང་དར་སོགས་ལ་མི་བྱེད་པ་དེ་ཅིས་ཡིན་ནམ། དཔེ་རིས་ ༣༥ དུ་གསལ་བ་དང་མཚུངས་པའི་རྟོག་འཛིང་གི་རྣམ་པ་དེ་འདྲར་བལྟས་ཙ་ན་དེའི་ཆ་ཤས་གང་ཞིག་གིས་ཁྱེད་ཀྱི་དོ་སྣང་འགུག་པར་བྱེད་དམ། ཁྱོད་ཀྱིས་བལྟས་ན་སྐྱེ་བོ་གཞན་དག་གིས་གཞི་དེ་ལས་གཞན་ལ་དམིགས་འཛུགས་བྱེད་དམ།

དེ་ཡང་ཟཱ་ཡིསི་མེན་དང་ཞུལ་ཛི་གཉིས་ཀྱིས་དཔེ་རིས་ ༣༦ (སྤྱི་ལོ་ ༡༩༨༣ ལོར་པར་འགྲེམས་བྱས་པའི་སྲུར་སྨན་དང་ཞུལ་ཛི་གཉིས་ཀྱིས་བརྩམས་པའི་འབྲི་རྩོམ་ཞིག་ནས་བླངས།)ནང་གསལ་བའི་བརྟན་པར་ལྟ་བུའི་བརྒྱུད་བརྟག་དཔྱད་དེ་རྣམས་ཆེས་རྩང་གཞིའི་རིམ་པ་ནས་འགོ་བཙམས་ལ། ཚན་རིག་པ་དེ་དག་གིས་ཤེས་རྟོགས་བྱུང་བ་ནི། མི་རྣམས་ལ་འདི་ལྟའི་བརྟན་པར་གྱི་ཁྲོན་དུ་ཅི་ཞིག་མཐོང་ངམ་ཞེས་དྲིས་པ་ན་དེ་དག་གིས་མཐའ་མཚམས་དང་གྲུ་ཟུར་དག་ལ་དམིགས་འཛུགས་བྱས་ཚུལ་སྟོན་པའི་ལན་འདེབས་དེ་རེད། གལ་ཏེ་ཁྱེད་ལ་དཔེ་རིས་དེའི་ནང་གི་ +གཟུགས་རིས་རྣམས་བཙལ་རྒྱུར་མངགས་ཚེ་ཁྱེད་



དཔེ་རིས། ༣༦ འཆིང་སྒྲོར་གྱི་དཀའ་ཁག་ཏུ་འཕོད་པའི་དཀའ་ཁག་གི་རང་བཞིན་དེ་གསེད་བཀྲོལ་བྱེད་ཆེད་ཟཱ་ཡིསི་མེན་དང་ཞུལ་ཛི་གཉིས་ཀྱིས་གཞི་རིམ་གྱི་བརྟག་དཔྱད་ཁག་ཅིག་བསྒྲུབས་ལ། དཀའ་ཁག་དེ་ནི་ངེད་ཚོས་རྣམ་པ་ག་གེ་མོ་ཞིག་གི་མཐའ་མཚམས་མཐོང་བ་ནས་འགོ་བཙུགས་ཏེ་རིམ་གྱིས་དེའི་གྲུ་ཟུར་དང་། དེ་ནས་སྐབས་ཀྱི་འབྲེལ་དང་། མཐར་དེར་དམིགས་པའི་འདུ་ཤེས་བསྐྱེད་ཚུལ་གྱི་རིམ་པ་དེར་ཐེར་བ་རེད། བརྟག་པ་དེ་བརྒྱུད་ཁོང་ཚོར་རྟོགས་བྱུང་བ་ནི། གལ་ཏེ་མི་རྣམས་ལ་གོང་གི་རི་མོ་ "ཀ" དང་ "ཁ" ལྟ་བུར་བལྟ་རྒྱུར་མངགས་པའི་ཚེ། མི་རྣམས་ཀྱིས་རི་མོ་དེ་དག་ཁྲོད་+ རྟགས་ཅན་གྱི་གཟུགས་རིས་རྣམས་འཕྲལ་དུ་མཐོང་ལ། ཡང་གལ་ཏེ་མི་རྣམས་ལ་T གཟུགས་ཀྱི་ཚད་པ་(རི་མོ་ "ཁ"བར་མཐའ་མཚམས་སུ་ཐིག་ལེ་ནག་བསྐོར་བའི་གྲུ་བཞི་ལེབ་མོའི་ནང་ཚུད་པའི་ཚད་པ་)དེ་འཚོལ་རྒྱུར་མངགས་པའི་ཚེ། མི་རྣམས་ལ་དེ་ཉིད་རྙེད་རྒྱུར་ཡུན་རིང་བ་འགོར་གྱི་ཡོད་པ་དེ་རེད། ཉེད་རྟོགས་དེ་ལས་ཟཱ་ཡིསི་མེན་དང་ཞུལ་ཛི་གཉིས་ཀྱིས་བརྒྱབ་པའི་སྨོམ་ཚིག་ནི། གཟུགས་རིས་ཤིག་གི་མཐའ་མཚམས་དག་དང་། དེ་དག་གི་ཚོན་མདོག ཁ་ཕྱོགས་བསྟན་ཚུལ། བཀྲག་མདངས་བཅས་ལ་མི་ཚོའི་དོ་སྣང་འབབ་ཀྱི་ཡོད་པ་དང་། ཆ་ཤས་དེ་དག་གིས་མི་ཚོའི་དོ་སྣང་འགུག་གི་ཡོད་པ་དེ་རེད།

If you're asked to find the +'s in the figure, you find them right away (they are a different color and look significantly different than the background L's), but if you're asked to find the section of T's, you have to look quite closely for awhile. The T's look very similar to the L's in the background and are the same color. Treisman and Julesz conclude our attention is drawn by boundaries and their color, orientation, and brightness.

Based on these and other experiments, including some which demonstrate our visual systems focus attention on *one and only* one object in an image, these scientists proposed that two vision perception processes exist: **a pre-attentive process** that quickly scans and searches out only the outline of objects in an image and **an attentive process** that looks at more specifics and combines more detailed features of the objects. So, in the end the attentive process is responsible for 'choosing' the 'most interesting' object, the focus of attention. The proposal is that individual characteristics of objects, encoded in separate parallel paths, generate a 'feature map'. Then particular features are selected and integrated into a 'master map,' which contains the features from the feature maps that make the object distinct from its environment. Then other parts of the brain bring focused attention on to the details of the master map and its features.

Further experiments based on this and related proposals have lent support to these ideas on binding and have led to the identification of so-called **cortical contextual networks.** Figure 39 uses a beach umbrella as an example to provide an overall view of how the visual system uses such a network to facilitate

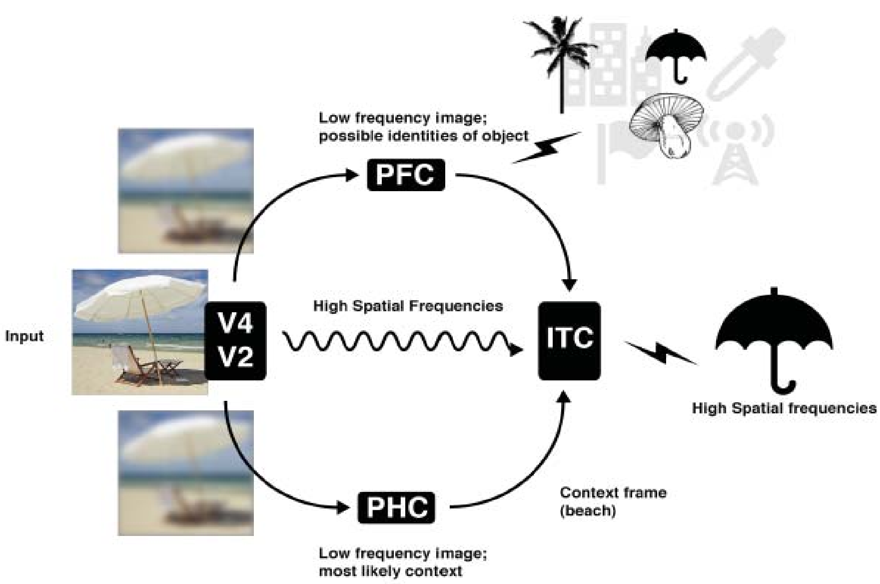
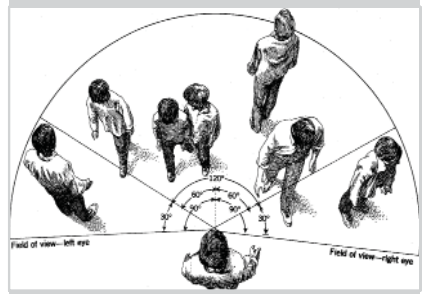


Figure 39: The visual system uses a network to recognize objects, like the umbrella in the example above. Low resolution information is sent from V2 and V4 to parts of the cortex, where possible matches are recruited. Further processing helps determine exactly what the object visualized is.

YOUR TURN:
DEPTH PERCEPTION

Why do we have two eyes instead of one? Try this experiment: take two pencils, hold each at the bottom and extend your arms in front of you, close one eye and try to touch the tips of the two pencils together. Is this easier to do with one eye open or two eyes open?

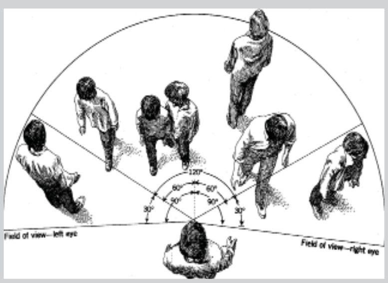
Depth perception is made possible by having binocular vision, two eyes with overlapping visual fields (see figure below). Only organisms like us that have both eyes in the front of the face have this capacity, which also relies on the brain to be able to combine images seen by each eye separately into one image (this phenomenon is called stereopsis).



ཁྱོད་ཀྱི་རེས་མོས།
རྫམས་ཚད་འཇལ་བའི་འདུ་ཤེས།

ང་ཚོར་མིག་གཅིག་ཁོ་ན་མིན་པར་གཉིས་ཡོད་པ་འདི་ཅིས་ཡིན་ནམ། ཁྱེད་ཀྱིས་ག་ཤམ་གསལ་བརྟག་དཔྱད་ཀྱི་རིམ་པ་འདི་སྒྲུབས་དགོས། ཞ་སྨྱུག་གཉིས་ཁྱེར་ལ། ཁྱེད་ཀྱི་ལག་རེར་ཞ་སྨྱུག་རེ་རེའི་མར་སྣེ་ནས་བཟུང་སྟེ་ལག་དང་གཉིས་རང་གི་མདུན་ཕྱོགས་སུ་རྐྱོངས། དེ་རྗེས་ཁྱེད་ཀྱི་མིག་གཅིག་བཙུམས་ཀྱིན་དུ་ཞ་སྨྱུག་གཉིས་པོའི་རྩེ་མོ་ཕན་ཚུན་རེག་ཐབས་སུ་འབད་རྩོལ་བྱོས། མིག་གཅིག་ཙམ་ཕྱེ་བཞིན་དུ་རེག་པ་དང་མིག་གཉིས་ཀ་ཕྱེ་བཞིན་དུ་རེག་པ་གཉིས་གང་ཞིག་འཇུག་པ་བདེ་བ་འདུག་གམ་ལྟོས།

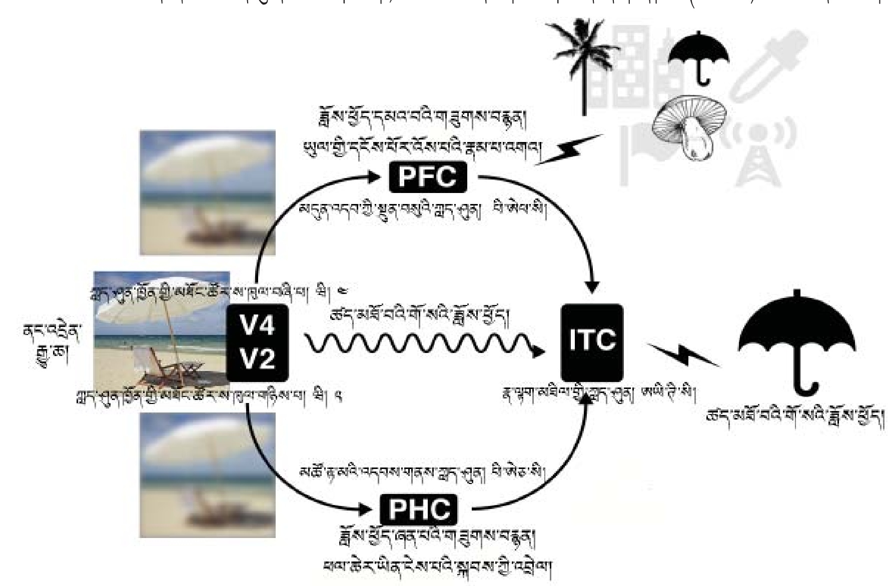
ང་ཚོས་རྫམས་ཚད་འཇལ་བའི་འདུ་ཤེས་སྐྱེད་ཐུབ་པ་དེ་ནི་ང་ཚོར་མིག་ཟུང་མཐོང་ཚོར་ཡོད་པའི་རྒྱུ་མཚན་གྱིས་རེད། དེ་ནི་མིག་གཉིས་ཀྱིས་ཕན་ཚུན་སྣོལ་བའི་མིག་ལམ་མཐོང་ཐུབ་པ་དེར་ཟེར། (ག་ཤམ་གྱི་དཔེ་རིས་ལ་ལྟོས།) སྐྱེ་ལྡན་སྲོག་ཆགས་ཀྱི་ཁྲོད་ནས་ང་ཚོ་ལྟ་བུ་མིག་གཉིས་ཀ་གདོང་པའི་མདུན་ངོས་སུ་ཡོད་པའི་སྲོག་ཆགས་ཁོ་ནར་དེ་ལྟའི་ནུས་པ་དེ་ཡོད་ལ། དེ་ལྟར་ནུས་པའང་མིག་རེ་རེས་སོ་སོར་མཐོང་བའི་གཟུགས་བརྙན་དེ་དག་ཀླད་པས་གཟུགས་བརྙན་གྱི་གོང་བུ་གཅིག་ཏུ་ཟླ་བསྒྲིལ་བྱེད་པ་དེར་རག་ལས་པ་ཡིན། (ཚུལ་འདི་ལ་གཏིང་མཐོང་བྱེད་ནུས་ཟེར་བ་རེད།)



ཀྱིས་དེ་དག་ལམ་སེང་རྙེད་ཐུབ། (དེའི་རྒྱུ་མཚན་ནི་དེ་དག་རྒྱབ་ལྗོངས་ཀྱི་Lགཟུགས་རྣམས་ལ་ལྟོས་ཏེ་ཚོན་མདངས་མི་འདྲ་ཞིང་སྣང་ཚུལ་ཏ་ཙང་མི་གཅིག་པའི་དབང་གིས་རེད།) འོན་ཀྱང་གལ་ཏེ་ཁྱེད་ལ་Tགཟུགས་ཀྱི་སྡེ་ཚན་དེ་འཚོལ་བར་བསྐུལ་ཚེ་ཁྱོད་ཀྱིས་སྡེ་ཚན་དེ་རྙེད་པར་དུས་ཡུན་གང་མཚམས་རིང་ཞིབ་བཤེར་བྱེད་དགོས་པར་འགྱུར་ངེས་ཡིན། དེ་ནི་Tགཟུགས་རྣམས་རྒྱབ་ལྗོངས་སུ་འཁོད་པའི་Lགཟུགས་རྣམས་དང་ཏ་ཙང་འདྲ་མཚུངས་ཡིན་པ་དང་། ཚོན་མདངས་ཀྱང་གཅིག་གྱུར་ཡིན་པས་རེད། དེ་ལས་ཊྲ་ཡིསི་མེན་དང་ཞུལ་ཛི་གཉིས་ཀྱིས་བརྒྱབ་པའི་སྒོམ་ཚིག་ནི། མཐའ་མཚམས་དག་དང་། དེ་དག་གི་ཚོན་མདོག ཁ་ཕྱོགས་བསྟན་ཚུལ། བཀྲག་མདངས་བཅས་ཀྱིས་ངེད་ཚོའི་ངོ་སྣང་འགྱུག་གི་ཡོད་པ་དེ་རེད།

བརྟག་དཔྱད་ཀྱི་རིམ་པ་འདི་དག་དང་གཞན་ཡང་ང་ཚོའི་མཐོང་ཚོར་མ་ལག་དག་གིས་བརྙན་རིས་སྟེང་གི་ཆོས་གཅིག་སྟེ། གཅིག་ཁོ་ན་ལ་དམིགས་པ་གཏོད་ཚུལ་ར་སྤྲོད་བྱེད་པའི་བརྟག་དཔྱད་གཞན་དག་རྣམས་གཞི་ལ་བཞག་ནས་ཚན་རིག་པ་འདི་རྣམས་ཀྱིས་མཐོང་ཚོར་དང་འབྲེལ་བའི་འདུ་ཤེས་ཀྱི་བྱ་བར་བྱེད་རིམ་གཉིས་ཡོད་པའི་བསམ་ཚུལ་བཏོན་ཡོད། དེ་དག་ནི་**དམིགས་གཏོད་སྔོན་འགྲོའི་བྱེད་རིམ་སྟེ།** གང་གིས་བརྙན་རིས་སྟེང་གི་ཆོས་དེའི་སྤྱི་རྣམ་ཁོ་ན་འཕྲུལ་དུ་འཚོལ་ཞིང་བཤེར་ཕབ་བྱེད་པ་དེ་དང་། **དམིགས་གཏོད་བྱེད་རིམ་སྟེ།** གང་གིས་ཆོས་དེའི་རྣམ་པ་དམིགས་བཀར་དག་ལ་ཞིབ་བལྟ་བྱེད་པ་དང་དེའི་ཁྱད་རྣམ་སྣ་ཚོགས་པ་རྣམས་ཉུབ་བསྡུ་བྱེད་པ་བཅས་རེད། དེས་ན་མཐའ་མའི་འདུས་སུ་དམིགས་གཏད་ཀྱི་གཞི་སྟེ། སྤྲོ་སྣང་ཆེ་ཤོས་ཞུགས་སའི་གཞི་འདེམས་སྒྲུག་བྱེད་པའི་འགན་འཁུར་དེ་དམིགས་གཏོད་བྱེད་རིམ་སྟེང་འབབ་ཀྱི་ཡོད། བསམ་ཚུལ་བཏོན་པ་དེ་གཞིར་བཟུང་ན། གཤིབ་བསྒྲོད་རྒྱུ་ལམ་དག་ཏུ་བཟ་སྒྲིག་བྱས་ནས་ཡོད་པའི་ཆོས་དེའི་ཁྱད་ཆོས་ཁེར་རྐྱང་པ་དག་ལས"ཁེར་རྣམ་བཀོད་པ"འགྲུབ་ལ། དེ་རྗེས་ཁྱད་རྣམ་བྱེ་བྲག་པ་རྣམས་འདེམས་སྒྲུག་བྱས་ཏེ"རྒྱ་ཁྱབ་བཀོད་པ"ཡི་ཁོངས་སུ་སྡེབ་སྒྲིག་བྱེད་པ་རེད། བཀོད་པ་ཕྱི་མ་འདིར་ཁེར་རྣམ་བཀོད་པ་དག་ལས་བཏུས་པའི་རྣམ་པ་རྣམས་ཚུད་ཡོད། ཁེར་རྣམ་བཀོད་པ་དག་ནི་ཡུལ་གྱི་ཆོས་དེ་རང་གི་ཁོར་ཡུག་ལས་ལོགས་སུ་འབྱེད་བྱེད་དེ་རེད། དེ་རྗེས་ཀླད་པའི་ཆ་ཤས་གཞན་དག་གིས་རྒྱ་ཁྱབ་བཀོད་པ་དེ་དང་དེའི་ཁེར་རྣམ་ཆ་ཤས་དག་གི་སྟེང་དམིགས་འཛུགས་པའི་ངོ་སྣང་གཏོད་པར་བྱེད་པ་རེད།

གོང་གསལ་གྱི་ལྟ་ཚུལ་དང་། ཡང་དེ་དང་རིགས་མཐུན་པའི་ལྟ་ཚུལ་སྟེང་བསྒྲུབས་པའི་བརྟག་དཔྱད་ཀྱི་རིམ་པས་སྐབས་འདིའི་འཆིང་སྦྱོར་གྱི་རིག་པ་རྣམས་ལ་རྒྱབ་གཉོན་བྱས་ཡོད་ལ། དེ་ལ་བརྟེན་ནས་ཀླད་ཤུན་རྒྱུད་ཀྱི་**སྐབས་ཀྱི་འབྲེལ་འདོགས་པའི་དྲ་ཚིགས**ཞེས་སུ་འབོད་པའི་ས་ཁུལ་དེ་འདྲ་ཡང་ངོས་འཛིན་བྱེད་རྒྱུར་སྣེ་སྟོན་བྱས་ཡོད། དཔེ་རིས་ ༣༩ནང་མཚོ་ཁའི་ཆ་གདུགས་ཤིག་དཔེར་ཁྱེར་ནས་མཐོང་ཚོར་མ་ལག་གིས་འབྲེལ་འདོགས་དྲ་ཚོགས་དེ་འདྲ་ཞིག་བཀོལ་སྤྱོད་བྱེད་པ་བརྒྱུད་ཡུལ་གྱི་དངོས་པོའི་ངོས་འཛིན་གྱི་ལས་ལ་ཞུགས་ཚུལ་མཚོན་པའི་སྒྲིར་བཏང་གི་རྣམ་པ་ཞིག་བསྟན་ཡོད། ཀླད་ཤུན་ཁྲོན་གྱི་མཐོང་ཚོར་ས་ཁུལ་གཉིས་པ་དང་བཞི་པ་(ཕྲི། ༢ དང་ ཕྲི། ༤)སོ་སོ་ནས་བཟུང་སའི་གསལ་ཆ་ཞན་པའི་མཐོང་ཚོར་ཆ་འཕྲིན་རྣམས་ཀླད་ཤུན་གྱི་ཆ་ཤས་གཉིས་སུ་འདྲེན་ལ། ཆ་ཤས་དེ་དག་ནི། ༡) མཚོ་ཧ་མའི་འདབས་གནས་



དཔེ་རིས། ༣༩ མཐོང་ཚོར་མ་ལག་གིས་ཡུལ་གྱི་དངོས་པོ་རྣམས་ངོ་རྟོགས་ཆོད་པའི་སླད་དུ་གོང་གསལ་དཔེར་མཚོན་ནང་གི་ཉེ་གདུགས་དང་མཚུངས་པར་འབྲེལ་མཐུད་ཀྱི་དྲ་བ་ཞིག་བཀོལ་སྤྱོད་བྱེད་ཀྱི་ཡོད། གསལ་ཆ་ཞན་པའི་ཆ་འཕྲིན་རྣམས་ཀླད་ཤུན་ཁྲོན་གྱི་མཐོང་ཚོར་ས་ཁུལ་གཉིས་པ་དང་བཞི་པ་བཅས་ནས་ཀླད་ཤུན་གྱི་ཆ་ཤས་གཞན་དག་ཏུ་འདྲེན་ལ། དེར་དེ་དག་གི་དོད་དུ་རུང་བའི་རྣམ་པ་དེ་འདྲ་ འདེམ་སྒྲུག་བྱེད་པ་རེད། སྔ་མ་ཐུད་དུ་དབྱེ་སེལ་བྱས་པ་དེས་གང་ལ་རྟོག་པའི་ཡུལ་གྱི་དངོས་པོ་དེ་འཁྲུལ་མེད་དུ་ངོས་འཛིན་བྱེད་པར་རམ་འདེགས་བྱེད།

object recognition. Low resolution visual information is sent from visual association areas V2 and V4 to two parts of the cortex: (1) the parahippocampal cortex (PHC), where candidates for 'most likely context' are selected from stored sets of related items in another part of the brain called the inferior temporal cortex (ITC, see Figure 40) and (2) the prefrontal cortex (PFC), where possible matches with the target object are recruited (Figure 39). The two types of information—a set of possible contexts and possible objects—are bound together to yield swift recognition of the object as a generic beach umbrella.

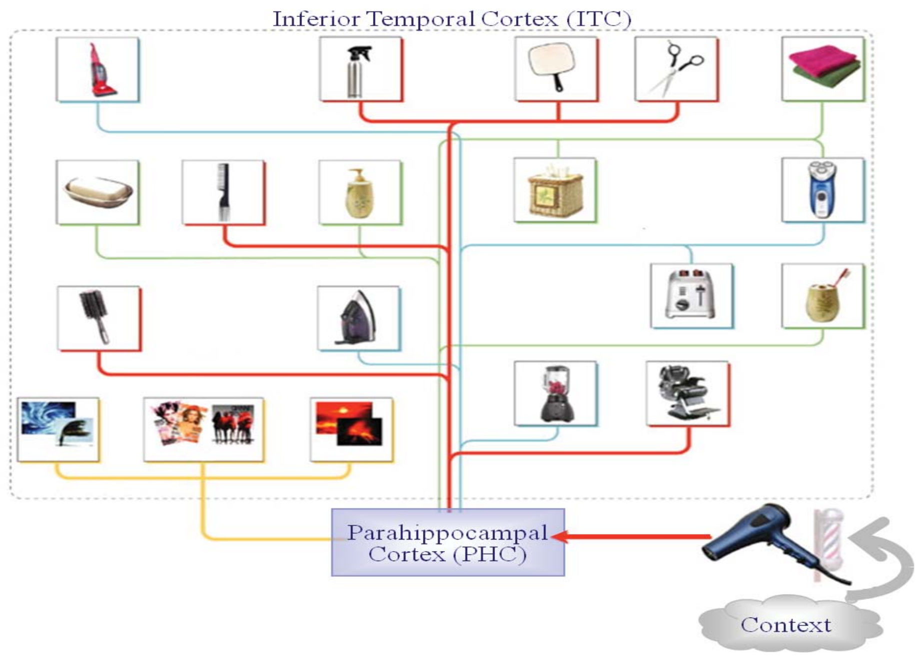


Figure 40: High level associations in the brain. The hair dryer above may be associated with concrete contexts (a bathroom or an appliance store) as well as with abstract concepts (like wind, style, heat, and energy).

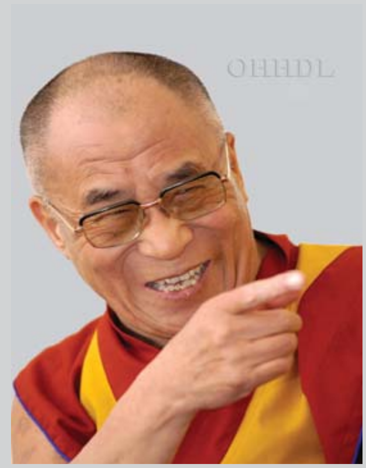
A precise representation of the specific umbrella is then determined using the later arrival of information that provides greater image resolution.

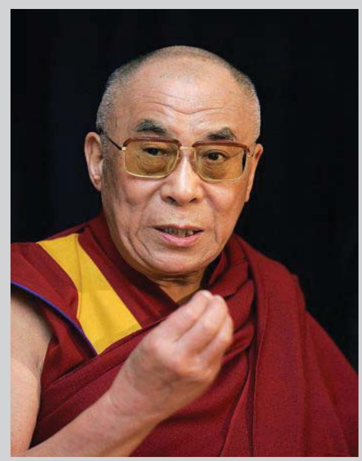
You can imagine that similar binding processes engaging emotion-related areas of the brain might occur. We will be discussing such areas and processes in future primers.

EVERYONE'S BRAIN IS DIFFERENT

What do you focus on when you see the pictures below? What memories and thoughts do the pictures trigger? Ask fellow students about their immediate reactions to the photos. Are they the same as yours or different?

Does this then mean that the things experienced by two people may then actually not be 'the same' after all?



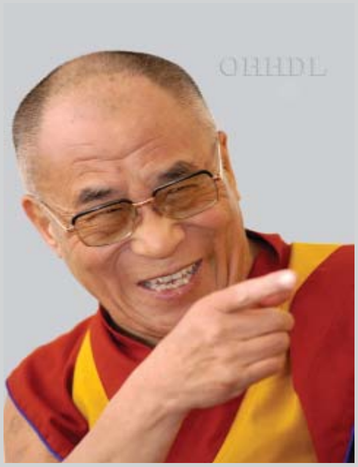


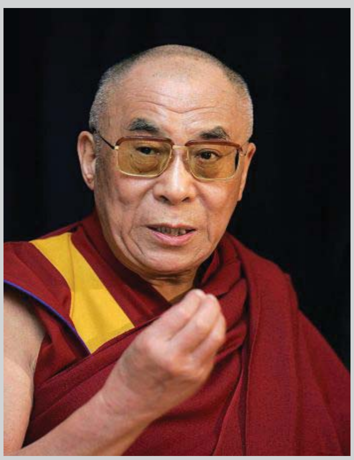
PERCEPTION AND INTERPRETATION

Perception represents not only the "actual" visual information, but also the interpretation of what is seen. Interpretation, in turn, is based on memories that modify what we see. For instance, if we expect to see the letter "e" in "interpretetion" we may overlook that the word is misspelled.

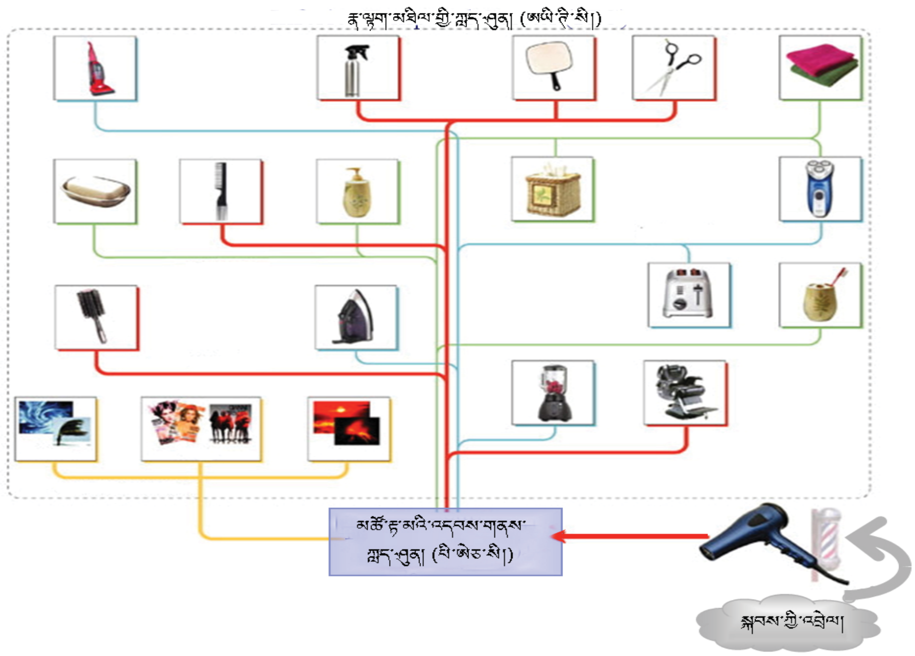
ཀླད་པ་ཀུན་ཕན་རྩུན་མི་མཚུངས་པ་རེད།

ཁྱེད་ཀྱིས་གཤམ་གསལ་གྱི་བརྙན་པར་དག་མཐལ་སྐབས་ཁྱེད་ཀྱིས་དམིགས་པ་གཞི་གང་ལ་གཏོད་ཀྱིན་འདུག་གམ། བརྙན་པར་དེ་དག་གིས་དྲན་པ་དང་རྟོག་པ་གང་ཞིག་སློང་ངམ། རང་གི་འཛིན་གྲོགས་རྣམས་ཀྱིས་སྐྱ་པར་དེ་དག་མཐལ་སྐབས་འཕྲལ་དུ་ཚོར་སྣང་ཅི་ཞིག་འབྱུང་མིན་སྐོར་ཁོང་ཚོར་ཡང་གཏམ་དྲིས་ལ། དེ་དག་ཁྱེད་ཀྱི་ཚོར་སྐྱོང་དག་དང་གཅིག་མཚུངས་སུ་འདུག་གམ་ལྟོས། གནས་ཚུལ་འདི་དག་གིས་མི་བྱ་གཉིས་ཀྱིས་གང་སྐྱོང་ཞིང་ཚོར་བའི་ཡུལ་གྱི་དངོས་པོ་དེ་དག་དོན་དངོས་ལ་གཅིག་མཚུངས་ཡིན་མི་དགོས་པར་སྟེ་སྟོན་བྱེད་པ་ཡིན་ནམ།





ཀླད་ཤུན་(པི་ཨེཅ་སི།)ཏེ། རྣ་ལྟག་མཐིལ་གྱི་ཀླད་ཤུན་(ཨཡི་ཏེ་སི། དཔེ་རིས། ༩༠ ལ་ལྟོས།)དུ་འབོད་པའི་ཀླད་པའི་ཆ་ཤས་གཞན་དེར་གསོག་ཉར་བྱས་ནས་ཡོད་པའི་འབྲེལ་ཡོད་ཆ་འཕྲིན་གྱི་ཁྲོད་ནས་"སྐབས་ཀྱི་འབྲེལ་དུ་ཕལ་ཆེར་ངེས"པའི་འོས་གཞི་ཁག་འདེམས་སྒྲུག་བྱེད་ས་གང་ཡིན་པ་དེ་དང་། ༢) མདུན་འདབ་སྟུན་བསྡུའི་ཀླད་ཤུན་(པི་ཨེཕ་སི།)ཏེ། དམིགས་འབེན་གྱི་དངོས་པོའི་ངོ་ཚབ་མཚོན་དུ་རུང་བ་རྣམས་ནང་འདྲེན་བྱེད་ས་གང་ཡིན་པ་དེ་བཅས་རེད་(དཔེ་རིས། ༣༩)། གོང་གསལ་ཆ་འཕྲིན་གྱི་རིགས་གཉིས་པོ་སྟེ། སྐབས་ཀྱི་འབྲེལ་དུ་འོས་པའི་ཆ་འཕྲིན་དག་དང་དམིགས་འབེན་གྱི་དངོས་པོར་འོས་པའི་ཆ་འཕྲིན་དེ་རྣམས་ཕྱོགས་གཅིག་ཏུ་བསྡོམས་པ་ལས་ཡུལ་གྱི་དངོས་པོ་དེ་ཉིད་མཚོ་ཁའི་ཚ་གདུགས་སྐྱི་ལྕོག་གི་



དཔེ་རིས། ༩༠ ཀླད་པའི་ནང་གི་ཚད་མཐོའི་འབྲེལ་འདོགས་དྲ་ཚིགས། གོང་གསལ་སྐྲ་ལོ་སྐེམ་བྱེད་ཀྱི་ཡོ་བྱད་དེ་ཕྱོགས་གཅིག་ནས་(བྲུས་ཁང་གསང་གཙོད་དང་འཕྲུལ་ཆས་ཚོང་ཁང་ལྟ་བུ་)གཞི་རགས་པའི་ཆོས་དང་འབྲེལ་ཆགས་པ་ཡིན་ཚོག་ལ། འོན་ཀྱང་དེ་དང་ཆབས་ཅིག་དེ་ཉིད་(རླུང་དང་། རྣམ་འགྱུར། དོད། ཉུས་ཤུགས་ལྟ་བུ་)གཞི་ཕྲ་བའི་རིགས་དང་ཡང་འབྲེལ་ཆགས་ཀྱང་ཡིན་ཚོག

རྣམ་པར་ངོས་ཟིན་པའི་འདུ་ཤེས་མྱུར་མོ་ཞིག་བསྐྱེད་པ་རེད། དེ་ནས་ད་གཟོད་གཟུགས་བརྙན་གྱི་གསལ་ཆ་ཆེ་བ་འདོན་པའི་ཆ་འཕྲིན་འཁོར་བ་དེ་བཀོལ་སྤྱོད་བྱེད་པ་ལས་ཚ་གདུགས་རང་ལྕོག་གི་རྣམ་པ་འཁྲུག་མེད་ཅིག་ངེས་པར་བྱེད་པ་རེད།

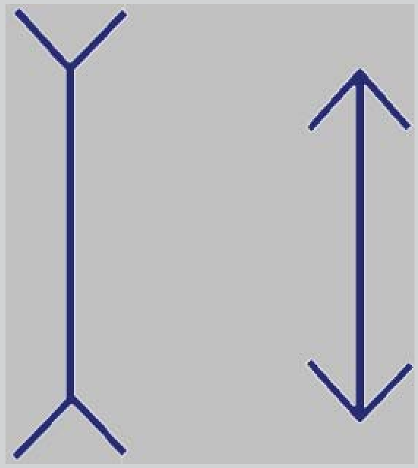
གོང་དང་མཚུངས་པའི་འཆིང་སྦྱོར་གྱི་བྱེད་རིམ་དེ་རིགས་སེམས་སྐྱོང་དང་འབྲེལ་བའི་ཀླད་པའི་ཆ་ཤས་དག་དང་སྦྲེལ་ནས་ཡོད་རུང་བ་ཁྱེད་ལ་རྣམ་རྟོག་སྐྱེ་སྲིད་པས། འབྱུང་འགྱུར་གྱི་སྔོན་འགྲོའི་སློབ་དེབ་དག་ཏུ་ང་ཚོས་ཀླད་པའི་ས་ཁུལ་དང་བྱེད་རིམ་དེ་འདྲའི་རིགས་རྣམས་གྲོས་གཞིར་གཟུང་རྒྱུ་ཡིན།

འདུ་ཤེས་དང་གླྀག་འགྲེལ།

འདུ་ཤེས་ཀྱི་བྱེད་རིམ་འདིར་མཐོང་ཚོར་གྱི་ཆ་འཕྲིན་དངོས་དེ་ཙམ་མི་མཚོན་པར། འདིར་ནི་གང་མཐོང་བ་དེར་གླྀག་འགྲེལ་རྒྱག་པའི་བྱེད་རིམ་ཡང་འདུས་ཡོད། གླྀག་འགྲེལ་གྱི་བྱེད་རིམ་ནི་ང་ཚོས་གང་མཐོང་བ་དེར་འཚོས་སྒྲིག་བྱེད་པའི་དྲན་པ་ལ་བརྟེན་པ་ཞིག་ཡིན། དཔེར་ན། "INTREPRETETION"(གླྀག་འགྲེལ་བྱེད་པ་)ཞེས་པ་ལྟ་བུའི་མིང་ཚིག་ཁྲོད་དུ་གལ་ཏེ་ང་ཚོས་བལྟ་འདོད་པ་དེ་ཡིག་འབྲུ་"E"ཡི་རྣམ་པ་དེ་ཡིན་ན། སྐབས་འདིར་མིང་ཚིག་དེའི་དག་ཆ་ནོར་ནས་བྲིས་ཡོད་པ་དེར་ཡང་དེ་ཙམ་དོ་སྣང་མི་བྱེད་པར་སྣང་མེད་དུ་བསྐྱུར་སྲིད་པ་རེད།

CONTEXT & OPTICAL ILLUSIONS

The interpretive mechanisms of the brain, such as those that select particular characteristics out of a scene, distort other characteristics, or fill in still others, are effectively illustrated through visual illusions. Such images fool our visual system, which follows rules based on experience and pre-established wiring, into seeing things that aren't there.



Look at the Müller-Lyer illusion at left. The vertical lines are the same length, but the line with the arrows pointing out at the end looks longer. This holds true even after we measure and know the two lines are equal in length. We see the lines as having different lengths because our brains' past experiences have set up the rule (not followed in this case) that shape is an indicator of size. So, the brain puts shape in the context of size and vice versa to aid in interpreting what's being seen.

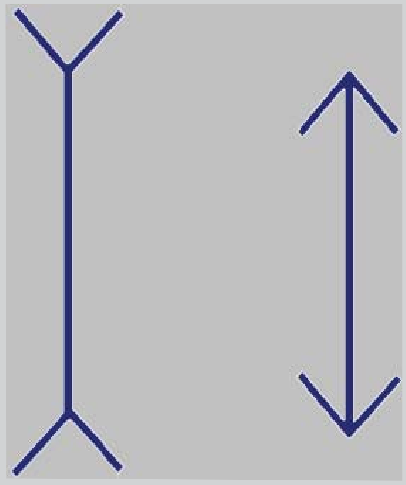
WHERE WE'VE BEEN

We still haven't answered all the questions we started with in relation to the pictures of His Holiness, but, as promised, we have developed and answered some of the questions leading up to the more complicated ones. And you have seen how the visual system works in general. It breaks down image information into pieces (much like scientists do in attempting to understand a complex phenomenon) and then amazingly quickly moves that information in parallel through greater and greater complexity of analysis within the brain. In our visual cortex association areas, the parallel information is mixed, re-sorted and feeds back on itself, and is integrated with memory and emotional information. Finally, all this information is bound together as one unified percept we see and understand.

Vision is stunningly complex. As we begin to understand its neuroscience at a more profound level, we find connections not only with most other branches of science but also with much of what makes us human—art, emotion, memory, learning, belief, doing science. Even meditation. As we've seen, attention is central to what and how we see and, as you know, much of Tibetan Buddhist meditation is about nurturing the capacity to focus attention as a way into expanding consciousness. Perhaps the most exciting thing about one day more fully understanding vision is that it might allow us a neuroscientific window into consciousness. We shall see.

སྐབས་ཀྱི་འབྲེལ་དང་མིག་འཁྲུལ།

ཀླད་པའི་གློག་འཕྲུལ་གྱི་འཕྲུལ་འདེགས་དག་སྟེ། དཔེར་ན་མཐོང་རྒྱུའི་རྒྱ་ལྗོངས་ཀྱི་ཁྲོད་ནས་ཁྱད་ཆོས་བྲེ་ཐག་ཅིག་འདེམས་སྒྲུག་བྱེད་པ་དང་། ཡང་ན་ཁྱད་ཆོས་གཞན་ཞིག་ལ་འགོག་བཤད་བྱེད་པ་དང་། ཡང་ན་ཁྱད་ཆོས་གཞན་དག་གསར་སྟོན་རྒྱག་པ་ལྟ་བུ་ནི་མཐོང་ཚོར་དང་འབྲེལ་བའི་མིག་འཁྲུལ་དག་གིས་འཁྲུལ་ཚད་སྟོམས་འཕྲུལ་མཚོན་བྱེད་ཀྱི་ཡོད། དེ་ལ་དེད་ཚོའི་རྒྱུད་ཀྱི་མཐོང་ཚོར་མ་ལག་ནི་འདས་པའི་སྤྱོད་བ་དང་སྔོན་ཚུད་ནས་གཏན་ཁེལ་བའི་འབྲེལ་མཐུད་དུ་ཐག་གཞི་རྩར་བཟུང་བའི་གཏན་ཁྲིམས་དེ་འདྲ་འདྲ་དེ་འདུག་པས། གོང་གསལ་ཡུལ་སྣང་དེ་རིགས་ཀྱིས་དེད་ཚོའི་མཐོང་ཚོར་མ་ལག་བསླུས་ཏེ་ཡུལ་ན་མེད་པའི་སྣང་བ་དེ་འདྲ་སྐྱེད་པར་བྱེད་དོ།།



དེ་ཡང་གཡོན་ཕྱོགས་སུ་གསལ་བའི་མོས་ལར་ལཡི་ཡར་འཁྲུལ་སྣང་དུ་འགོད་པ་དེ་དེར་སྟོན་དང་། དོན་དངོས་སུ་ཐུང་ཐིག་དེ་གཉིས་རིང་ཐུང་མཉམ་པ་ཡིན་ཡང་། ཐུང་ཐིག་གང་གི་སྟེ་མོར་མདའ་རིས་རྒྱབ་མདུན་ལོག་སྟེ་འཕོད་པ་དེ་རིང་བར་མཐོང་གི་ཡོད། འདི་ལྟར་སྣང་བ་དེ་ནི་ཐུང་ཐིག་གཉིས་པའི་ཚད་གཞི་ནང་གི་མཉམ་བཅལ་ཏེ། དེ་གཉིས་ཀྱི་རིང་ཐུང་མཉམ་པར་བསྟོན་མེད་དུ་ཤེས་པའི་རྗེས་སུ་འང་ལྡོག་ཏུ་མེད། དེ་ལྟར་དུ་ཐུང་ཐིག་གཉིས་པོ་རིང་ཐུང་མི་སྙོམས་པ་ལྟར་སྣང་བ་དེ་ནི། འདས་པའི་སྤྱོད་བ་དག་ལ་གཞི་བཅོལ་ཏེ་དེད་ཚོའི་ཀླད་པས་འདི་ལྟར་དུ། བསྒོ་དབྱིབས་ནི་བོངས་ཚད་ཀྱི་མཚོན་རྟགས་ཡིན་པའི་རིམ་ལུགས་(བོན་ཀུང་འདིར་མི་འཕྲིག་)གཏན་ལ་ཕབ་པས་རེད། དེས་ན་ཀླད་པས་བསྒོ་དབྱིབས་ཀྱི་རྒྱབ་ལྗོངས་སུ་བོངས་ཚད་དང་། བོངས་ཚད་ཀྱི་རྒྱབ་ལྗོངས་སུ་བསྒོ་དབྱིབས་བཞག་པའི་སྒོ་ནས་དེ་ཉིད་གང་ཞིག་མཐོང་བཞིན་པའི་ཡུལ་དེར་གློག་འཕྲུལ་བྱེད་པའི་གོ་རྒྱུ་སུ་འཕྱེར་གྱི་ཡོད།

ངེད་ཚོས་ད་བར་གནས་དོན་གང་དང་གང་གླེང་ཟིན་ནམ།

གོང་དུ་ལ་གོང་ས་མཆོག་གི་སྐུ་པར་དང་འབྲེལ་ནས་འགོ་བརྩམས་པའི་དྲི་བ་ཀུན་ལ་ང་ཚོས་ད་དུང་ལན་འདེབས་ཆ་ཚང་ཞིག་བྱས་ཐུབ་མེད། དེ་ལྟར་ནའང་གོང་དུ་ཁས་བླངས་པ་བཞིན། ང་ཚོས་དྲི་བ་འགར་ལན་འདེབས་བྱས་ལ། ཡང་དྲི་བ་འགའ་རེ་གསར་དུ་གླེང་སློང་བྱེད་པ་བརྒྱུད་རྟོག་འཛིང་ཛེ་ཆེར་འགྲོ་བའི་དོན་གནད་དག་ལ་སྣེ་སྟོན་བྱས་ཡོད། མ་ཟད། ད་ཚོད་ཁྱེད་ཀྱིས་མཐོང་ཚོར་མ་ལག་གི་སྤྱིའི་ལས་ཚུལ་སྐོར་ཤེས་ཡོད་པ་ནི། མ་ལག་དེས་གཟུགས་བརྙན་གྱི་ཆ་འཕྲིན་རྣམས་དུམ་བུར་དབྱེ་བ་(འདི་ནི་རྟོག་འཛིང་ཅན་གྱི་ཆོས་ཉིད་ཅིག་ལ་རྒྱུས་ལོན་བྱེད་ཆེད་ཚན་རིག་པས་ཐབས་བསྟེན་ཚུལ་དང་ཧ་ཅང་མཚུངས་)དང་། དེ་ནས་ཆ་འཕྲིན་དེ་དག་ཆེས་མཆར་ངོམས་པའི་མགྱོགས་འགྲོས་དང་དུས་གཅིག་ཏུ་བསྒྲོད་ལམ་སྣ་ཚོགས་བརྒྱུད་ཀླད་པའི་ཁྲོད་དུ་རྟོག་འཛིང་ཛེ་ཆེ་ཛེ་ཆེའི་རང་བཞིན་གྱི་དབྱེ་ཞིབ་རིམ་པ་བརྒྱུད་འདུག་པ་བཅས་རེད། དེ་ཡང་ཐད་གཤིབ་ཏུ་བགྲོད་པའི་ཆ་འཕྲིན་དེ་རྣམས་མཐོང་ཚོར་ཀླད་ཤུན་གྱི་འབྲེལ་མཐུད་ས་ཁུལ་དག་ཏུ་འདྲེས་བསྲེས་ཐེབས་པ་དང་། དེ་རྗེས་སླར་ཡང་དབྱེ་སེལ་ཐེབས་ལ། གཞན་ཡང་དེར་ཆ་འཕྲིན་རང་གིས་རང་ལ་སྐྱོམ་གསོས་བྱེད་པས་མ་ཟད། ཆ་འཕྲིན་དེ་དག་དྲན་པ་དང་སེམས་སྐྱོང་འབྲེལ་བའི་ཆ་འཕྲིན་དང་ལྷན་དུ་འཚམ་འཕྲིག་ཐེབས་འགྲོ། མཐར་ཆ་འཕྲིན་དེ་ཀུན་ཕྱོགས་གཅིག་ཏུ་འདུས་པ་ལས་ང་ཚོས་མཐོང་ཞིང་ཤེས་པའི་གཅིག་སྒྲིལ་གྱི་གཟུགས་བརྙན་དེ་གྲུབ་པ་རེད།

དེས་ན་མཐོང་ཚོར་ནི་ཆེས་རྟོག་འཛིང་རང་བཞིན་ཅན་ཞིག་ཡིན་ལ། འདིའི་དབང་རྩ་གནས་ལུགས་རྣམས་ང་ཚོས་གང་མཚམས་གཉིང་ཟབ་པོར་ཤེས་འགོ་ཚུགས་པ་དང་དུས་མཚུངས་སུ། ཚན་རིག་གི་ཡན་ལག་གཞན་ཕལ་ཆེ་བ་དང་འདིའི་བར་གྱི་འབྲེལ་བ་རྣམས་ང་ཚོས་ཤེས་བཞིན་པར་མ་ཟད། སྒྱུ་རྩལ་དང་། སེམས་སྐྱོང་། དྲན་པ། ཤེས་སྦྱོང་། ཡིད་ཆེས། ཚན་རིག་གི་བྱ་བར་རོལ་པ་ལྟ་བུ་ང་ཚོ་མིའི་འགྲོ་བ་ཞིག་ཏུ་འགྱུར་བྱེད་ཀྱི་བྱ་གཞག་མང་དག་ཅིག་ལ་འདིའི་འབྲེལ་བ་ཅི་ཞིག་ཡོད་མེད་ཀྱང་ང་ཚོར་རྙེད་བཞིན་ཡོད། བྱ་གཞག་དེ་དག་གི་ཡོངས་སུ་སྒོམ་གྱི་བྱ་གཞག་ཀྱང་འདུས་ཡོད་དེ། གོང་དུ་ང་ཚོས་ཤེས་པ་བཞིན། ང་ཚོས་ཡུལ་གང་མཐོང་བ་དང་ཇི་ལྟར་མཐོང་བའི་བྱེད་རིམ་ནང་བློ་རྩེ་གཅིག་ཏུ་གཏོད་རྒྱུ་དེ་འགག་རྩ་ཆེ་བ་ཞིག་ཡིན་པའི་ཕྱིར་དང་། ཁྱེད་ཅག་ལ་རྒྱུས་མངའ་ཡོད་པ་བཞིན། བོད་བརྒྱུད་ནང་བསྟན་གྱི་སྒོམ་སྒྲུབ་ཉམས་ལེན་ཕལ་མོ་ཆེ་སེམས་རྩེ་གཅིག་པའི་ནུས་པ་གོང་འཕེལ་གཏོང་བའི་སྒོ་ནས་བློ་རྒྱ་བསྐྱེད་རྒྱུ་དེ་ཡིན་པའི་ཕྱིར། ཕལ་ཆེར་ཉིན་ཞིག་མཐོང་ཚོར་སྐོར་གྱི་གནས་ཚུལ་ཡོངས་སུ་རྫོགས་པ་ཤེས་རྟོགས་བྱུང་བའི་མཚམས་སུ་འབྱུང་སྲིད་པའི་ངོ་མཚར་ཅན་གྱི་བྱུང་བ་ཞིག་ནི། གོ་རྟོགས་དེ་བརྒྱུད་ནས་ནང་ཤེས་པ་དང་འབྲེལ་བའི་དབང་རྩ་གནས་ལུགས་སྐོར་སྣེ་སྟོན་བྱེད་སྲིད་པ་དེ་རེད། དེ་ལྟར་འབྱུང་མིན་གྱི་གནས་ཚུལ་ཤེས་རྒྱུར་ང་ཚོས་དང་སྒུག་བྱ་རྒྱུ་ཡིན།། །།

དབྱིན་བོད་ཤན་སྦྱར་གྱི་ཐ་སྙད་མཛོད།

Aggregation stage	མཉམ་འདུས་རིམ་པ།
Amoebae	ཨ་མི་ཧྭ་ཕྲ་སྲིན།
Amygdala	ཁམ་ཅིག་ཀླད་ཞོ།
Anatomical MRI	ལུས་གནས་སྣང་དཔར།
Anteriorassociation area	མདུན་ངོས་ཀྱི་འབྲེལ་མཐུད་ས་ཁུལ།
Anterior inferotemporal cortex (AIT)	རྣ་ལྟག་མཐིལ་གྱི་མདུན་རོལ་ཀླད་ཤུན།
Anterior	མདུན་ཕྱོགས།
Anthropology	མིའི་རང་བྱུང་འཕེལ་འགྲོས་རིག་པ།
Association Areas	འབྲེལ་མཐུད་ས་ཁུལ།
Attentive process	དམིགས་གཏོད་བྱེད་རིམ།
Auditory association cortex	ཐོས་ཚོར་གྱི་འབྲེལ་མཐུད་ཀླད་ཤུན།
Autonomic nervous system	རང་འགུལ་དབང་རྩ་མ་ལག
Autonomic responses	རང་འགུལ་གྱི་ཚུར་སྣང་།
Basal Ganglia	ཀླད་ཞབས་རྩ་འདུས།
Behavior and cognition	གཤིས་སྤྱོད་དང་ངེས་རྟོག
Binding problem	འཆིང་སྦྱོར་དཀའ་ཁག
Binocular disparity	ཟུང་ཆས་ཧེ་བག
Binocular vision	མིག་ཟུང་མཐོང་ཚོར།
Brain	ཀླད་པ།
Brainstem	ཀླད་རྐང་། ཀླད་ཡུ།
Smooth movement	འཇམ་འགུལ།
Cardiovascular system	སྙིང་རྩ་མ་ལག
Cataracts	བར་འགྲིབ།
Cell biology	ཕྲ་ཕུང་སྐྱེ་དངོས་རིག་པ།
Central nervous system	ལྟེ་བའི་དབང་རྩ་མ་ལག
Central sulcus	དཀྱིལ་གྱི་ཀླད་སུལ།
Cerebellum	ཀླད་སྙིང་།
Cerebral cortex	ཀླད་ཆེན་ཕྱི་ཤུན།
Cerebrum	ཀླད་ཆེན།
Choroid	རྩ་སྐྱི།
Ciliary body	རྫི་དབྱིབས་ཕུང་པོ།
Color vision	ཚོན་མདངས་མཐོང་ཚོར།
Colorblindness	ཚོན་མདོག་རྨོངས་ནད།
Complex eye	རྙོག་འཛིང་ཅན་གྱི་མིག
Complex geometric patterns	རྙོག་འཛིང་ཅན་གྱི་དབྱིབས་འགྲོས་རྣམ་པ།
Cone	སྣུང་དབྱིབས།
Contrast	ལྡོག་ཆ།
Convulsion	འདར་གཡོབ།
Cornea	སྤྲིན་སྐྱི།
Coronal (frontal) section	དཀྱུས་གཤགས་བཏང་བའི་མདུན་ངོས་ཀྱི་སྡེ་ཚན།
Coronal section	དཀྱུས་གཤགས་བྱས་པའི་སྡེ་ཚན།
Corpus Callosum	ཕྲ་ཤུན།
Cortex	ཀླད་པའི་ཕྱི་ཤུན། ཀླད་ཤུན།
Cosmic rays	སྣང་སྲིད་འོད་ཟེར།
Culmination	རྩེར་སོན་རིམ་པ།
Depression	ཡིད་སྡུག
Diencephalon	བར་གྱི་འབུར་ཆ།
Discs	སྡེར་གཟུགས།
Distributive processes	འགྲེམ་འཛོག་བྱེད་རིམ།
Dorsal Stream	སྟེང་རྒྱུན།
Dorsal view	སྟེང་གི་རྣམ་པ།
Dorsal	སྟེང་ཕྱོགས།
Effector system	ལན་སློང་མ་ལག
Electrochemical signal	གློག་རྫས་སྦྲེལ་བའི་བརྡ་འཕྲིན།
Electromagnetic spectrum	གློག་ཤུགས་ཁབ་ལེན་གྱི་ཤལ།
Emotions	སེམས་སྨྱོང་།
Endocrine systems	ནང་རྐེན་མ་ལག
Engineering	བཟོ་རྩལ་རིག་པ།
Exaptation	སྐབས་འགྱུར།
Extrastriate Cortex	ཤུར་ཉག་མཐའ་ཆགས་ཕྱི་ཤུན།
Feature map	ཁེར་རྣམ་བཀོད་པ།
fixational movement	ཅེར་བལྟའི་འགུལ་བསྐྱོད།

fMRI	བྱེད་ལས་སྣུད་དཔར།
Forebrain	མདུན་ཀླད།
Fovea	དོང་ཆུང་།
Frequency, khz	ཟློས་ཕྱོད། ཧར་ཚི་སྟོང་ཚོ།
Frontal lobe	མདུན་གྱི་འདབ་མ། མདུན་འདབ།
Functional magnetic resonance imaging	བྱེད་ལས་ཁབ་ལེན་མཉམ་འདར་སྒྲོག་དཔར་འཕྲུལ་ཆས།
Functional neuroanatomy	བྱེད་ལས་ལ་དམིགས་འཛུགས་པའི་དབང་རྩའི་ཕུང་གནས་རིག་པ།
Functional system	ལས་ཞུགས་མ་ལག
fusiform face area	འཕང་གཟུགས་ཅན་གྱི་གདོང་ཚོར་ཆ་ཁུལ།
Gamma rays	གྷ་མ་འོད་ཟེར།
Ganglion neuron	རྩ་འདུས་ཕྲ་གཟུགས།
Ganglion	རྩ་འདུས།
Genetics	རིགས་རྫས་རིག་པ།
Glaucoma	ནང་འགྲིབ།
Gyrus/gyri	ཟེ་རྒྱུད།
Hindbrain	རྒྱབ་ཀླད།
Hippocampus	མཚོ་རྟ་མ།
Histology	ཕུང་གྲུབ་རིག་པ།
Horizontal section	ཇམས་གཤགས་ཀྱི་སྡེ་ཚན།
Hypothalamus	ཀླད་སྦུག་འོག་མ།
Immune system	ནད་འགོག་མ་ལག
Inferior Temporal Cortex (ITC)	རྣ་ལྟག་མཐིལ་གྱི་ཀླད་ཤུན།
Inferior view	སྨད་ནས་ཡར་བལྟས་པའི་རྣམ་པ།
Infrared rays	དམར་ཕྱི་འོད་ཟེར།
Input	ནང་འཛིན་རྒྱུ་ཆ།
Interpretation	ཀློག་འགྲེལ།
Intra-abdominal	ལྟོ་བའི་ནང་ངོས།
Iris	འཇའ་སྐྱི།
Lateral fissure	གཞོགས་སྐྱུར་སྦུབས་ཀ།
Lateral geniculate nucleus	འཕྱིད་ཀྱི་ལྷ་ངའི་ཀླད་ཞོ།
Lateral view	གཞོགས་ངོས་ཀྱི་རྣམ་པ།
Leber’s congenital amaurosis	ལེ་སྦར་གྱི་ཕོག་ཞར་ནད།
Left hemisphere	ཟླུམ་ཕྱེད་གཡོན་པ།
Lens	དྭངས་གཟུགས།
Lesions	ཉམས་སྐྱོན།
Limbic association area	མཐའ་འཁོར་གྱི་འབྲེལ་མཐུད་ས་ཁུལ།
Limbic system	མཐའ་འཁོར་མ་ལག
Long wavelengths	རླབས་ཚད་རིང་པོ།
Low frequency image	ཟློས་ཕྱོད་ཞན་པའི་གཟུགས་བརྙན།
Luminance	བཀྲག་མདངས།
Magnetic fields	ཁབ་ལེན་ཁྱབ་ར།
Magnetic resonance imaging	ཁབ་ལེན་མཉམ་འདར་དཔར་ལེན།
Master map	སྤྱི་རྣམ་བཀོད་པ།
Mature fruiting body	འབྲས་བུ་གཡུར་ཟ་བའི་འཕེལ་གཟུགས།
Medial view	དཀྱིལ་ངོས་ཀྱི་རྣམ་པ།
Medulla oblongata	འཛིང་ཆུན།
Microwaves	ཕྲ་རླབས།
Midbrain	བར་ཀླད།
Mid-sagittal section	ཞེང་གཤགས་བྱས་པའི་དཀྱིལ་ཆའི་སྡེ་ཚན།
Mind/body dualism	ལུས་སེམས་ཐ་དད་ལོགས་སུ་བཟུང་བའི་ལྟ་གྲུབ།
Mitochondria	ནུས་སྐྱེད་ཕྲ་རྡུལ།
Molecular	འདུས་རྡུལ་རིམ་པ།
Mollusks	ལུས་སྙི།
Motivational system	སྐུལ་སློང་མ་ལག
Motor areas	གཡོ་འགུལ་ས་ཁུལ།
Motor cirtuits	གཡོ་འགུལ་བརྡ་ལམ།
Motor information	གཡོ་འགུལ་ཆ་འཕྲིན།
Musculature	ཤ་གནད་ཆ་ལག
Nanometers	མི་ཏར་ཐེར་ཆ།
Nerve cells	དབང་རྩ་ཕྲ་ཕུང་།
Nerve fibers	དབང་རྩའི་ཉག་མ།
Networks	སྦྲེལ་མཐུད། དྲ་བ།
Neuroanatomy	དབང་རྩའི་ཕུང་གནས་རིག་པ།
Neurochemistry	དབང་རྩའི་རྫས་སྦྱོར་རིག་པ།
Neuroeconomics	དབང་རྩའི་ནོར་སྲིད་རིག་པ།

Neuroethics	དབང་རྩའི་ཚུལ་སྤྱོད་རིག་པ།
Neurologist	དབང་རྩ་སྨན་པ།
Neuro-maps	དབང་རྩའི་འཁོད་བབ་གནས་ལུགས།
Neuron	དབང་རྩ་ཕྲ་གཟུགས།
Nerve cell	དབང་རྩ་ཕྲ་ཕུང་།
Neuronal circuits	དབང་རྩའི་བརྡ་ལམ།
Neuroplasticity	དབང་རྩའི་འགྱུར་གཤིས།
Neuropsychology	དབང་རྩའི་སེམས་ཁམས་རིག་པ།
Neuroscientist	དབང་རྩ་ཚན་རིག་པ།
Neurosurgeons	དབང་རྩ་གཤག་བཅོས་སྨན་པ།
Neurotheology	དབང་རྩའི་ཆོས་ལུགས་རིག་པ།
Occipital lobe	ལྟག་པའི་འདབ་མ། ལྟག་འདབ།
Olfactory bulb	དྲི་ཚོར་རིལ་བུ།
Optic chiasm	མིག་རྩའི་སྣོལ་མཚམས།
Optic cup	མིག་གི་གོང་བུ།
Optic nerve hypoplasia	མིག་རྩ་འཕེལ་སྐྱོན།
Optic nerve	མིག་གི་རྩ་ལམ།
Optic radiations	མིག་གི་འཕྲོ་རྩ།
Optic tract	མིག་གི་རྩ་སྣུག
Optical illusions	མིག་འཁྲུལ། མིག་འཕྲུལ།
Parahippocampal Cortex (PHC)	མཚོ་རྟ་མའི་འདབས་གནས་ཀླད་ཤུན།
Parallel pathways	ཐད་གཤིབ་བརྒྱུད་ལམ།
Parallel processing	ཐད་གཤིབ་བྱེད་རིམ།
Parietal lobe	གཙུག་གི་འདབ་མ། གཙུག་འདབ།
Parietotemporal-occipital region	གཙུག་སྣུར་མཚམས་དང་ལྟག་པ་སྦྲེལ་བའི་ས་ཁུལ།
Perception	འདུ་ཤེས།
Peripheral nervous system	མཐའ་འཁོར་དབང་རྩ་མ་ལག
Pharynx	གྲེ་བ།
Photopigments	འོད་སྐྱེན་ཚོན་རྫས།
Photoreceptor layer	འོད་ལེན་ཕྲ་ཕུང་གི་ཆགས་རིམ།
Photoreceptors	འོད་ལེན་ཕྲ་ཕུང་།
Pigment cells	ཚོན་རྩི་ཕྲ་ཕུང་།
Pigment cup	ཚོན་རྩི་གོང་བུ།
Pineal gland	ཐང་འབྲུ་རྨེན་བུ།
Plasma membrane	ཆུ་སེར་སྐྱི་མོ།
Plasticity	འགྱུར་གཤིས།
Pons	ཀླད་ཟམ།
Posterior association area	རྒྱབ་ངོས་ཀྱི་འབྲེལ་མཐུད་ས་ཁུལ།
Posterior inferotemporal cortex (PIT)	རྣ་ལྟག་མཐིལ་གྱི་རྒྱབ་རོལ་ཀླད་ཤུན།
Posterior	རྒྱབ་ཕྱོགས།
Pre-attentive process	དམིགས་གཏད་སྔོན་འགྲོའི་བྱེད་རིམ།
Prefrontal cortex (PFC)	མདུན་འདབ་སྔུན་བསུའི་ཀླད་ཤུན།
Pre-motor cortex	གཡོ་འགུལ་སྔུན་བསུའི་ཀླད་ཤུན།
Pre-plasmodium	ཉིང་འདུས་སྔ་ལོགས།
Primary areas	སྔ་རིམ་ས་ཁུལ།
Primary auditory cortex	ཐོས་ཚོར་གྱི་སྔ་རིམ་ཀླད་ཤུན།
Primary motor cortex	གཡོ་འགུལ་གྱི་སྔ་རིམ་ཀླད་ཤུན།
Primary somatosensory cortex	ལུས་སྟེང་གི་ཚོར་འཕྲིན་འབྱོར་སའི་སྔ་རིམ་ཀླད་ཤུན།
Primary visual cortex	མཐོང་ཚོར་གྱི་སྔ་རིམ་ཀླད་ཤུན།
Prosopagnosia	ངོ་ཚོད་རྨོངས་ནད།
Pseudo plasmodium	ཉིང་འདུས་འདྲ་རྫས།
Psychiatry	སེམས་ཁམས་གསོ་བཅོས་རིག་པ།
Pupil	མིག་གི་རྒྱལ་མོ།
Radar rays	རེ་ཌར་འོད་ཟེར།
Radio	རླུང་འཕྲིན་རླབས།
Reflex movement	ལྡོག་འགུལ།
Refractive lens	འཁྱོག་འཕྲོ་སྐྱེད་པའི་དྭངས་གཟུགས།
Resolution	གསལ་ཆ།
Retina	དྲ་སྐྱི།
Retinals	ལི་ཚོན་རྫས།
Right hemisphere	ཀླུམ་ཕྱེད་གཡས་པ།
Rod	དབྱུག་དབྱིབས།
Saccades	ཧད་འགུལ།
Salivation	ཁ་ཆུ་འབབ་པ།
Scan	བཤེར་ཕབ།
Sclera	ས་སྐྱི།
Secondary areas	བར་རིམ་ས་ཁུལ།
Secondary Visual Cortex	མཐོང་ཚོར་གྱི་བར་རིམ་ཀླད་ཤུན།
Sensory circuits	དབང་ཚོར་བརྡ་ལམ།
Sensory information	དབང་ཚོར་ཆ་འཕྲིན།

Sensory nerves	ཚོར་བྱེད་དབང་རྩ།
Sensory organ	དབང་ཚོར་དབང་པོ།
Short wavelengths	རླབས་ཚད་ཐུང་ངུ།
Slug	སྒྲོགས་འབུ།
Smooth movement	འཇམ་འགུལ།
Somatosensory association cortex	ལུས་སྟེང་གྱི་ཚོར་འཛིན་འཁོར་སའི་འབྲེལ་མཐུད་ཀླད་ཤུན།
Spinal cord	རྒྱུངས་པ།
Spore mass	སོན་ཆུང་གོང་བུ།
Spores	སོན་ཆུང་།
Stalk	རྐྱོང་ལག
Statistical map	བསྡུས་གྲངས་བཀོད་རིས།
Stereopsis	གཏིང་མཐོང་།
Stroke	ཀླད་རྩ་འགགས་ནད།
Sulcus/sulci	ཀླད་སུལ།
Superior view	སྟེང་ནས་མར་བལྟས་པའི་རྣམ་པ།
Synapse	དབང་རྩའི་སྦྲོལ་མཚམས།
Synergy	མཉམ་སྦྲེལ།
Tectum	ཐོག་ལེབ།
Temporal lobe	རྣ་ལྟག་འདབ་མ།
Tentacles	འཁྲིལ་ལག
Tertiary areas	རྟིང་རིམ་ས་ཁུལ།
Thalamus	ཀླད་སྦུག
Topographic mapping	འགྲོས་མཐུན་འཁོད་བབ་གནས་ལུགས།
Topography	འགྲོས་མཐུན་འཁོད་བབ།
Ultraviolet rays	སྨུག་ཕྱི་འོད་ཟེར།
Unified image	གཅིག་ཧྲུམ་གྱི་གཟུགས་བརྙན།
V2	ཀླད་ཤུན་ཕྱིན་གྱི་མཐོང་ཚོར་ས་ཁུལ་གཉིས་པ།
V4	ཀླད་ཤུན་ཕྱིན་གྱི་མཐོང་ཚོར་ས་ཁུལ་བཞི་པ།
Vegetative stage	ཁེར་འཚོའི་དུས་རིམ།
Ventral nerve	འོག་གི་དབང་རྩ།
Ventral Stream	འོག་རྒྱུན།
Ventral view	འོག་གི་རྣམ་པ།
Ventral	འོག་ཕྱོགས།
Vergence movement	ཕྱོགས་འགུལ།
Visible light	སྣང་རུང་གི་འོད།
Vision cortex area 1	ཀླད་ཤུན་ཕྱིན་གྱི་མཐོང་ཚོར་ས་ཁུལ་དང་པོ།
Vision	མཐོང་ཚོར།
Visual association cortex	མཐོང་ཚོར་གྱི་འབྲེལ་མཐུད་ཀླད་ཤུན།
Visual cortex	མཐོང་ཚོར་ཀླད་ཤུན།
Visual information	མཐོང་ཚོར་ཆ་འཕྲིན།
Vitreous body	དྭངས་བའི་གཤེར་གཟུགས།
Vocalization	སྒྲ་བ་འདོན་པ།
Wavelength	རླབས་ཚད།
Wiring	འབྲེལ་མཐུད་དྲ་ཐག
X-rays	སློག་དཔར་འོད་ཟེར། Xའོད་ཟེར།