

۱۴۳۰۵۷
۹۵-۷-۱۱

به نام خداوند بخشنده مهربان

اساس نوروفیزیولوژیکی حرکت

(ویراست دوم ۲۰۰۸)

مارک آل. لاتاش

مترجمان:

دکتر ضیاء فلاح محمدی

دانشیار دانشگاه مارگران

دکتر محمد فلاح محمدی

دکتر سید عباس افسانه پورک

نشر علم و حرکت

سرشناسه	: لاتاش، مارک ال، ۱۹۵۳-م.	Latash, Mark L.
عنوان و نام پدیدآور	: اساس نوروفیزیولوژیکی حرکت / مارک ال. لاتاش؛ مترجمان: ضیاء فلاح محمدی، سیدعباس افسانه پورک.	
مشخصات نشر	: تهران: علم و حرکت، ۱۳۹۵.	
مشخصات ظاهری	: ۵۸۱ ص.: مصور، جدول، نمودار.	
شابک	: ISBN 978-600-5543-88-9	
وضعیت فهرست نویسی	: قیاء.	
یادداشت	: عنوان اصلی: Neurophysiological Basis of Movement, 2nd ed. c2008	
یادداشت	: کتابنامه.	
موضوع	: جابدهایی و حرکت Locomotion	
موضوع	: اعصاب -- فیزیولوژی Neurophysiology	
موضوع	: مهارت های حرکتی Motor ability	
موضوع	: اختلالات حرکتی Movement disorders	
شناسه افزوده	: فلاح محمدی، ضیاء، ۱۳۴۴ - مترجم	
شناسه افزوده	: فلاح محمدی، محمد، ۱۳۶۶ - مترجم	
شناسه افزوده	: سیدعباس، ۱۳۶۲ - مترجم	
رده بندی کنگره	: ۱۵ الف ۲ / ۱ / QP۳۰	
رده بندی دیویی	: ۶۰۲ / ۷۶	
شماره کتابشناسی ملی	: ۲۳۰۲۱۰۶	

این اثر مشمول قانون حمایت از مؤلفان و مصنفان و هنرمندان مصوب ۱۳۴۸ است. هر کس تمام یا قسمتی از این اثر را بدون اجازه کتبی ناشر، حروفچینی و چاپ مجدد، چاپ افست، چاپ دیجیتال، فتوکپی و انواع دیگر چاپ و تکثیر، نشر یا بخشی از آن را عرضه کند، مورد پیگرد قانونی قرار خواهد گرفت.



تهران - سه راه طالقانی، خیابان خواجه نصیر طوسی، خیابان مفتح،
پلاک ۷۹ واحد ۳ • تلفن ۷۷۵۲۵۶۸۴ • فاکس ۷۷۶۲۷۰۹
• نشانی پست الکترونیکی: elnash.harekat@gmail.com

اساس نوروفیزیولوژیکی حرکت

مارک ال. لاتاش

مترجمان: دکتر ضیاء فلاح محمدی، دکتر محمد فلاح محمدی، دکتر سید عباس افسانه پورک

حروف نگار و صفحه آرا: فیروزه خسرو شعار

طراح جلد: واگرایک شاهوردیان

نشر علم و حرکت

چاپ اول، ۱۳۹۵ - تعداد ۲۵۰ نسخه

«همه حقوق برای ناشر محفوظ است»

۴۲۵۰۰ تومان

ISBN: 978-600-5543-88-9

شابک ۹۷۸-۶۰۰-۵۵۴۳-۸۸-۹

فهرست مطالب

۷۵	فصل ۵ گیرنده‌ها	۱۱	مقدمه‌ای بر چاپ نسخه فارسی
۷۵	۵-۱ اتواغ و خواص گیرنده‌ها	۱۳	پیشگفتار
۷۷	۵-۲ دوک‌های عضلانی	۱۵	مقدمه
۸۰	۵-۳ سیستم گاما		
۸۲	۵-۴ اندام‌های وت‌ری گلیزی		
۸۳	۵-۵ سایر گیرنده‌های عضلانی		
۸۳	۵-۶ گیرنده‌های مفصلی		
۸۴	۵-۷ گیرنده‌های پوستی		
۸۵	۵-۸ اطلاعات به کجا می‌روند؟		
۸۹	فصل ۶ واحدهای حرکتی و الکترومایوگرافی		
۸۹	۶-۱ واحد حرکتی		
۹۱	۶-۲ واحدهای حرکتی آهسته و سریع		
۹۳	۶-۳ اصل هم‌ان		
۹۵	۶-۴ نقش‌های عملکردی واحدهای حرکتی		
۹۷	۶-۵ الکترومایوگرافی		
۹۹	۶-۶ پردازش سیگنال‌های الکترومایوگرافی		
۱۰۳	سوال‌های مروری بخش اول		
	بخش دوم: ارتباطات		
۱۰۷	فصل ۷ تحریک و مهار در نخاع		
۱۰۷	۷-۱ نخاع		
۱۱۱	۷-۲ تحریک در در سیستم عصبی مرکزی		
۱۱۲	۷-۳ مهار پس‌سیناپسی		
۱۱۳	۷-۴ سلول‌های رن‌شو		
۱۱۴	۷-۵ نورون‌های واسطه‌ای		
۱۱۶	۷-۶ مهار پیش‌سیناپسی		
۱۱۹	۷-۷ جریان‌های مذکور به طرف داخل		
۱۲۱	فصل ۸ بازتاب‌های تک‌سیناپسی		
۱۲۱	۸-۱ بازتاب‌ها		
۱۲۲	۸-۲ قوس بازتابی		
۱۲۴	۸-۳ بازتاب II بازتاب I و پاسخ M		
	۸-۴ آثار فعال‌سازی ارادی عضله روی بازتاب‌های تک‌سیناپسی		
۱۲۹	تک‌سیناپسی		
۱۳۰	۸-۵ موج I		
	بخش اول: سلول‌ها		
۲۱	فصل ۱ غشاهای، دران و پتانسیل‌ها		
۲۱	۱-۱ رویکرد سه‌گانه بی‌چیده		
۲۵	۱-۲ غشاهای زیستی		
۲۶	۱-۳ حرکت در محلول		
۲۹	۱-۴ غلظت آب: اسمز		
۳۰	۱-۵ حرکت یون‌ها: معادله ترنس		
	فصل ۲ پتانسیل عمل		
۳۳	۲-۱ تولید پتانسیل عمل		
۳۹	۲-۲ ویژگی‌های بنیادی پتانسیل عمل		
۴۱	۲-۳ تولید پتانسیل عمل		
۴۷	فصل ۳ انتقال اطلاعات		
۴۸	۳-۱ هدایت پتانسیل عمل		
۵۰	۳-۲ تارهای میلین‌دار		
۵۲	۳-۳ ساختار نورون‌ها		
۵۴	۳-۴ رمزگذاری اطلاعات در سیستم عصبی		
۵۵	۳-۵ انتقال سیناپسی		
۵۷	۳-۶ انتقال دهنده‌های عصبی		
۵۸	۳-۷ جمع زمانی و فضایی		
۶۱	فصل ۴ عضله اسکلتی		
۶۲	۴-۱ ساختار عضله اسکلتی		
۶۳	۴-۲ میوفیلان‌ها		
۶۴	۴-۳ سیناپس عصبی-عضلانی		
۶۶	۴-۴ انقباض عضله		
۶۸	۴-۵ انواع انقباضات عضلانی		
۷۰	۴-۶ عناصر مکانیکی		
۷۱	۴-۷ ارتباط نیرو-طول و نیرو-سرعت		
۷۳	۴-۸ سیستم‌های خارجی انقباض عضله		

بخش سوم : ساختارها	
فصل ۱۳	آاتومی مغز
۱۹۳	۱۳-۱ ثبت نورون منفرد
۱۹۴	۱۳-۲ الکتروانسفالوگرافی
۱۹۴	۱۳-۳ پتانسیل های پراگیکه
۱۹۶	۱۳-۴ رادیوگرافی
۱۹۸	۱۳-۵ توموگرافی کامپیوتری
۱۹۹	۱۳-۶ توموگرافی ناکسیل یوزیترون
۱۹۹	۱۳-۷ تصویربرداری با تشدید مغناطیسی
۲۰۱	۱۳-۸ تصویربرداری با تشدید مغناطیسی عملکردی
۲۰۳	۱۳-۹ تحریک مغناطیسی ترانسنی
۲۰۴	۱۳-۱۰ ردیابی نورواناتومیکی
۲۰۴	۱۳-۱۱ ساختارهای اصلی مغز
فصل ۱۴	قشر مخ
۲۱۳	۱۴-۱ نیمکره های مخ
۲۱۳	۱۴-۲ ساختار قشر مخ
۲۱۵	۱۴-۳ نواحی حرکتی اولیه، پیش حرکتی و مکمل حرکتی
۲۱۷	۱۴-۴ دروندلها به قشر حرکتی
۲۱۹	۱۴-۵ پروندل های قشر حرکتی
۲۲۰	۱۴-۶ مادگی برای حرکت ارادی
۲۲۳	۱۴-۷ بردارهای جمعیت نورونی
۲۲۴	۱۴-۸ مد مغنیرهایی می توانند در فعالیت نورون های
۲۲۶	۱۴-۹ قشر گذاری شوند؟
فصل ۱۵	مخچه
۲۲۹	۱۵-۱ نوبی مخچه
۲۳۰	۱۵-۲ دروندل های مخچه
۲۳۲	۱۵-۳ پروندل های مخچه
۲۳۵	۱۵-۴ فعالیت مخچه و حرکت ردی
۲۳۷	۱۵-۵ بردارهای جمعیت نورونی
۲۳۸	۱۵-۶ مخچه چه کاری انجام می دهد؟
۲۳۹	فصل ۱۶ عمده های قاعده ای
۲۴۳	۱۶-۱ آاتومی عمده های قاعده ای
۲۴۴	۱۶-۲ دروندلها و پروندل های عمده های قاعده ای
۲۴۵	۱۶-۳ مدارهای حرکتی درگیر عمده های قاعده ای
۲۴۸	۱۶-۴ فعالیت عمده های قاعده ای در خلال حرکت
۲۴۹	۱۶-۵ عملکرد عمده های قاعده ای

فصل ۹	بازتاب های الیگوسیناپسی و پلی سیناپسی
۹-۱	بازتاب های الیگوسیناپسی
۹-۲	بازتاب های پلی سیناپسی
۹-۳	بازتاب فلکسور
۹-۴	بازتاب گشش تونیک
۹-۵	بازتاب ویرش تونیک
۹-۶	بازتاب مسیرهای بازتابی
۹-۷	بازتاب های بین مفصلی و بین اندامی
فصل ۱۰	کنترل ارادی عضله منفرد
۱۰-۱	کنترل پیش خوراند و بازخورد
۱۰-۲	کنترل گروه (موتونیم)
۱۰-۳	فصل ۱۱
۱۰-۴	فصل ۱۲
۱۰-۵	فصل ۱۳
۱۰-۶	فصل ۱۴
۱۰-۷	فصل ۱۵
۱۰-۸	فصل ۱۶
۱۰-۹	فصل ۱۷
۱۰-۱۰	فصل ۱۸
۱۰-۱۱	فصل ۱۹
۱۰-۱۲	فصل ۲۰
۱۰-۱۳	فصل ۲۱
۱۰-۱۴	فصل ۲۲
۱۰-۱۵	فصل ۲۳
۱۰-۱۶	فصل ۲۴
۱۰-۱۷	فصل ۲۵
۱۰-۱۸	فصل ۲۶
۱۰-۱۹	فصل ۲۷
۱۰-۲۰	فصل ۲۸
۱۰-۲۱	فصل ۲۹
۱۰-۲۲	فصل ۳۰
۱۰-۲۳	فصل ۳۱
۱۰-۲۴	فصل ۳۲
۱۰-۲۵	فصل ۳۳
۱۰-۲۶	فصل ۳۴
۱۰-۲۷	فصل ۳۵
۱۰-۲۸	فصل ۳۶
۱۰-۲۹	فصل ۳۷
۱۰-۳۰	فصل ۳۸
۱۰-۳۱	فصل ۳۹
۱۰-۳۲	فصل ۴۰
۱۰-۳۳	فصل ۴۱
۱۰-۳۴	فصل ۴۲
۱۰-۳۵	فصل ۴۳
۱۰-۳۶	فصل ۴۴
۱۰-۳۷	فصل ۴۵
۱۰-۳۸	فصل ۴۶
۱۰-۳۹	فصل ۴۷
۱۰-۴۰	فصل ۴۸
۱۰-۴۱	فصل ۴۹
۱۰-۴۲	فصل ۵۰
۱۰-۴۳	فصل ۵۱
۱۰-۴۴	فصل ۵۲
۱۰-۴۵	فصل ۵۳
۱۰-۴۶	فصل ۵۴
۱۰-۴۷	فصل ۵۵
۱۰-۴۸	فصل ۵۶
۱۰-۴۹	فصل ۵۷
۱۰-۵۰	فصل ۵۸
۱۰-۵۱	فصل ۵۹
۱۰-۵۲	فصل ۶۰
۱۰-۵۳	فصل ۶۱
۱۰-۵۴	فصل ۶۲
۱۰-۵۵	فصل ۶۳
۱۰-۵۶	فصل ۶۴
۱۰-۵۷	فصل ۶۵
۱۰-۵۸	فصل ۶۶
۱۰-۵۹	فصل ۶۷
۱۰-۶۰	فصل ۶۸
۱۰-۶۱	فصل ۶۹
۱۰-۶۲	فصل ۷۰
۱۰-۶۳	فصل ۷۱
۱۰-۶۴	فصل ۷۲
۱۰-۶۵	فصل ۷۳
۱۰-۶۶	فصل ۷۴
۱۰-۶۷	فصل ۷۵
۱۰-۶۸	فصل ۷۶
۱۰-۶۹	فصل ۷۷
۱۰-۷۰	فصل ۷۸
۱۰-۷۱	فصل ۷۹
۱۰-۷۲	فصل ۸۰
۱۰-۷۳	فصل ۸۱
۱۰-۷۴	فصل ۸۲
۱۰-۷۵	فصل ۸۳
۱۰-۷۶	فصل ۸۴
۱۰-۷۷	فصل ۸۵
۱۰-۷۸	فصل ۸۶
۱۰-۷۹	فصل ۸۷
۱۰-۸۰	فصل ۸۸
۱۰-۸۱	فصل ۸۹
۱۰-۸۲	فصل ۹۰
۱۰-۸۳	فصل ۹۱
۱۰-۸۴	فصل ۹۲
۱۰-۸۵	فصل ۹۳
۱۰-۸۶	فصل ۹۴
۱۰-۸۷	فصل ۹۵
۱۰-۸۸	فصل ۹۶
۱۰-۸۹	فصل ۹۷
۱۰-۹۰	فصل ۹۸
۱۰-۹۱	فصل ۹۹
۱۰-۹۲	فصل ۱۰۰

سوال های ضروری بخش دوم

۲۹۵	مدل‌های درونی	۱۹-۴
۲۹۷	فرضیه نقطه توازن: ایده‌های اصلی	۱۹-۵
۲۹۹	فرضیه نقطه توازن: نکات ظریف	۱۹-۶
۳۰۱	رویکرد سیستم‌های بویا	۱۹-۷
۳۰۵	همکوشی‌های حرکتی	فصل ۲۰
۳۰۵	افزونی حرکتی	۲۰-۱
۳۰۷	رویکردهای بهینه‌سازی	۲۰-۲
۳۰۹	اصل قراوانی	۲۰-۳
۳۱۱	واحدهای ساختاری و همکوشی‌ها	۲۰-۴
	مطالعات همکوشی حرکتی: تحلیل مؤلفه‌های	۲۰-۵
۳۱۳	اصلی	
۳۱۵	فرضیه چندگانه کنترل نشده	۲۰-۶
۳۱۹	کنترل با سچرال	فصل ۲۱
۳۱۹	پاسچر عمودی	۲۱-۱
۳۲۱	نوسان با سچرال	۲۱-۲
۳۲۴	سیستم دهلیزی	۲۱-۳
۳۲۷	بینایی و کنترل با سچرال	۲۱-۴
۳۲۸	حس عمقی و کنترل با سچرال	۲۱-۵
۳۲۹	تنظیمات با سچرال پیش‌بیند	۲۱-۶
۳۳۱	واکنش‌های اصلاحی با سچرال	۲۱-۷
۳۳۴	همکوشی‌های با سچرال	۲۱-۸
۳۳۷	جابه‌جایی	فصل ۲۲
۳۳۷	دو رویکرد جابه‌جایی	۲۲-۱
۳۳۸	مرکزهای حرکتی	۲۲-۲
۳۴۰	مراکز جابه‌جایی	۲۲-۳
۳۴۱	جابه‌جایی نخاع	۲۲-۴
۳۴۲	کنترل نخاعی جابه‌جایی در انسان‌ها	۲۲-۵
۳۴۴	الگوهای گام برداشتن	۲۲-۶
۳۴۴	تولید الگوی بویا	۲۲-۷
۳۴۷	آغاز گام‌برداری	۲۲-۸
۳۴۸	واکنش اصلاحی سکندری خوردن	۲۲-۹
۳۵۱	حرکت چند مفصلی	فصل ۲۳
۳۵۱	حرکات دسترسی هدفمند	۲۳-۱
	مشکلات عمده در کنترل حرکات طبیعی	۲۳-۲
۳۵۳	دسترسی	
۳۵۵	بازتاب‌های بین مفصلی	۲۳-۳
۳۵۶	مکانیزم‌های نخاعی هماهنگی چندمفصلی	۲۳-۴
۳۵۸	مکانیزم‌های فوق نخاعی	۲۳-۵

۲۵۳	مسیرهای صعودی و نزولی	فصل ۱۷
۲۵۴	خواص مسیرهای عصبی	۱۷-۱
۲۵۵	درونداد آوران به نخاع	۱۷-۲
۲۵۵	مسیر ستون پشتی	۱۷-۳
۲۵۷	مسیر نخاعی گردنی	۱۷-۴
۲۵۷	مسیر نخاعی تالاموسی	۱۷-۵
۲۵۸	مسیرهای نخاعی مخچه‌ای	۱۷-۶
۲۵۹	مسیر نخاعی مشبکی	۱۷-۷
۲۶۰	مسیر هرمی	۱۷-۸
۲۶۱	مسیر قرمز نخاعی	۱۷-۹
۲۶۲	مسیرهای دهلیزی نخاعی	۱۷-۱۰
	مسیر مشبکی نخاعی و سایر مسیرهای	۱۷-۱۱
۲۶۳	پایین‌روشن	
۲۶۴	مسیرهای عصبی نخاعی	۱۷-۱۲
۲۶۴	اعصاب جمجمه‌ای	۱۷-۱۳
۲۶۷	حافظه	فصل ۱۸
۲۶۸	ثبوت دکارتی و مکانیزم‌های حافظه	۱۸-۱
۲۷۰	حافظه عضلانی	۱۸-۲
۲۷۰	انواع حافظه و یادگیری	۱۸-۳
۲۷۱	خوگیری بازتاب‌ها: مثالی از یادگیری	۱۸-۴
۲۷۱	غیرتداعی	
	بازتاب‌های شرطی شده: مثالی از	۱۸-۵
۲۷۱	یادگیری تداعی	
۲۷۳	یادگیری حرکتی	۱۸-۶
۲۷۵	حافظه کوتاه و بلندمدت	۱۸-۷
۲۷۶	مکانیزم‌های نورونی یا سیناپسی حافظه	۱۸-۸
۲۷۸	بازتابی حافظه	۱۸-۹
۲۷۸	رمز ژنتیک به عنوان مثالی از حافظه	۱۸-۱۰
۲۷۹	تغییرپذیری در مغز	۱۸-۱۱
۲۸۰	سندرم کورساکف	۱۸-۱۲
۲۸۰	نقش احتمالی هیپوکامپ و مخچه در حافظه	۱۸-۱۳
۲۸۲	حافظه نخاعی	۱۸-۱۴
۲۸۵	سؤال‌های مروری بخش سوم	

بخش چهارم رفتارها: کنترل و هماهنگی

۲۸۹	کنترل حرکتی	فصل ۱۹
۲۸۹	طراحی بدن انسان: منبع مشکلات؟	۱۹-۱
۲۹۱	رویکرد کنترل نیرو	۱۹-۲
۲۹۴	ردهای عصبی و برنامه حرکتی متمم‌یافته	۱۹-۳

۴۱۹	فصل ۲۸	پیری
۴۱۹	۲۸-۱	حرکات در افراد مسن
	۲۸-۲	تغییرات وابسته به سن در عضلات و
۴۲۱	۲۸-۳	واحد های حرکتی
۴۲۴	۲۸-۴	بازتاب های عضلانی در افراد مسن
۴۲۴	۲۸-۵	تغییرات وابسته به سن در کارکرد حسی
		الگوهای فعال سازی عضلانی در خلال
۴۲۵	۲۸-۶	حرکات سریع
		تغییرات وابسته به سن در پاسخ و
۴۲۵	۲۸-۷	گام برداری
۴۲۷	۲۸-۸	عملکرد دست در افراد مسن
۴۲۹	۲۸-۹	تغییرات سازگاری در الگوهای حرکتی
۴۳۰		آثار تمرینات ورزشی

۴۳۱	فصل ۲۹	رشد و تکامل طبیعی و غیرطبیعی
۴۳۱	۲۹-۱	انسان هادر زمان تولد
۴۳۲	۲۹-۲	نقاط عطف حرکتی در خلال رشد غیرطبیعی
۴۳۳	۲۹-۳	کاوش و ظهور الگوهای حرکتی
۴۳۴	۲۹-۴	سندرم داوین
۴۳۹	۲۹-۵	تمرین و سندرم داوین
۴۴۱	۲۹-۶	اوتیسم
۴۴۳	۲۹-۷	اختلال هماهنگی رشدی

بخش ششم: اختلالات حرکتی

۴۴۷	فصل ۳۰	ساخت عضلات و عصب شناختی
		حیط
۴۴۸	۳۰-۱	نیروهای حرکتی و عصبانی ها
۴۴۸	۳۰-۲	دیررسی عضلانی
۴۵۰	۳۰-۳	سندرم های عصبانی وابسته تار عضلانی
۴۵۲	۳۰-۴	میاستنی گراو
۴۵۳	۳۰-۵	نورویاتی های محیطی
۴۵۶	۳۰-۶	اختلالات حرکتی دیابت
۴۵۶	۳۰-۷	رادیکولوپاتی ها
۴۵۸	۳۰-۸	اسکلروز جانبی آمیوتروفیک

۴۶۱	فصل ۳۱	آسیب نخاع و اسپاستیسی
۴۶۱	۳۱-۱	عوارض آسیب نخاعی
۴۶۳	۳۱-۲	علائم و نشانه های اسپاستیسی
۴۶۹	۳۱-۳	مکانیزم های احتمالی اسپاستیسی
۴۷۱	۳۱-۴	درمان اسپاستیسی
۴۷۵	۳۱-۵	اسکلروز چندگانه

۳۵۹	۲۳-۶	فرضیه مسیر توازن
	۲۳-۷	در هنگام حرکات چندمفصلی چه چیزی کنترل می شود؟
۳۶۱		

۳۶۵	فصل ۲۴	گرفتن
۳۶۶	۲۴-۱	عضلات و مفاصل دست
۳۶۸	۲۴-۲	بازتاب های قشری دست
۳۶۹	۲۴-۳	شاخص های تعامل انگشتان
	۲۴-۴	همکوشی های چندانگشتی در تکالیف
۳۷۱		فشاردن
۳۷۳	۲۴-۵	حرکت زدن
۳۷۵	۲۴-۶	ممکن های حرکتی و اصل جمع آثار

۳۷۹	فصل ۲۵	حرکات چشم و بینایی
۳۷۹	۲۵-۱	چشم
۳۸۰	۲۵-۲	گیرنده ها نور
۳۸۱	۲۵-۳	شبکیه و عصب بینایی
۳۸۳	۲۵-۴	کنترل حرکت چشم
۳۸۵	۲۵-۵	مکانیزم های مرکزی درک بصری
۳۸۸	۲۵-۶	اطلاعات بصری و حرکات ارادی

۳۹۱	فصل ۲۶	حس حرکت
	۲۶-۱	متغیرهای فیزیکی که توسط گیرنده های حس عمقی حس می شوند
۳۹۲	۲۶-۲	منابع محلی اطلاعات حس حرکت
۳۹۶	۲۶-۳	نقش فرمان حرکتی در حس حرکتی
۳۹۷	۲۶-۴	اطلاعات به کجا می روند؟
۳۹۹	۲۶-۵	نوه های حس حرکتی
۴۰۱	۲۶-۶	در
۴۰۴		سوال های مروری بخش چهارم

بخش پنجم: رفتارهای در حال تغییر و تحول

۴۰۹	فصل ۲۷	خستگی
۴۰۹	۲۷-۱	خستگی و عوامل سهج در آن
۴۱۱	۲۷-۲	مکانیزم های عضلانی خستگی
۴۱۲	۲۷-۳	مکانیزم های نخاعی خستگی
۴۱۵	۲۷-۴	مکانیزم های فوق نخاعی
۴۱۶	۲۷-۵	تغییرات سازگاری هنگام خستگی
۴۱۷	۲۷-۶	خستگی غیرطبیعی

۵۲۰	سندرم تورِت	۳۴-۶	۴۷۹	اختلالات عقده‌های قاعده‌ای
۵۲۱	فلج مغزی	۳۴-۷	۴۸۰	ویژگی‌های بالینی بیماری پارکینسون
۵۲۲	سندرم ویلیامز	۳۴-۸	۴۸۳	حرکات ارادی در بیماری پارکینسون
۵۲۳	بیماری ویلسون	۳۴-۹	۳۲-۳	کنترل پاسجرال و جابه‌جایی در بیماری پارکینسون
۵۲۷	توان بخشی حرکتی	۳۵	۴۸۵	درمان بیماری پارکینسون
۵۲۷	آیا حرکات طبیعی وجود دارند؟	۳۵-۱	۴۸۸	بیماری هانتینگتون
۵۳۰	بازگشت به واحدهای ساختاری و همکوتی‌ها	۳۵-۲	۴۸۹	همی بالسموس
۵۳۲	تغییر در اولویت‌های سیستم عصبی مرکزی	۳۵-۳	۴۹۱	دستونی
۵۳۳	نقش شکل‌پذیری سیستم عصبی مرکزی	۳۵-۴	۴۹۲	دیسکینز و تاردیف
۵۳۴	تغییرات سازگاری در الگوهای حرکتی	۳۵-۵	۴۹۵	اختلال مخچه
۵۳۶	قطع عضو	۳۵-۶	۴۹۷	عواقب آسیب‌پذیری مخچه در حیوانات
۵۳۷	ملاحظات کاربردی	۳۵-۷	۵۰۰	علل اختلال مخچه
۵۴۰	سوال‌های مروری بخش ششم		۵۰۰	ناهنجاری‌های ایستادن و راه رفتن
۵۴۳	آزمایشگاه‌ها		۵۰۲	حرکات ارادی در اختلال مخچه
۵۴۵	آزمایشگاه شماره ۱		۵۰۵	لرزش مخچه‌ای
۵۴۹	آزمایشگاه شماره ۲		۵۰۶	آتاکسی (ناهماهنگی حرکتی)
۵۵۲	آزمایشگاه شماره ۳		۵۰۷	سندرم مخچه‌ای مؤثر بر شناخت
۵۵۶	آزمایشگاه شماره ۴			
۵۶۰	آزمایشگاه شماره ۵		۳۴	اختلالات قشر
۵۶۴	آزمایشگاه شماره ۶		۳۴-۱	آسیب‌های لوب‌های مختلف قشر
۵۶۷	راهنمای توصیفی		۵۱۱	سکته مغزی
۵۸۳	فصل ۷		۵۱۴	میوکلوئوس
۶۰۷	درباره فصل ۷		۵۱۸	لرزش اساسی
			۵۱۹	تیک‌ها

مقدمه‌ای بر چاپ نسخه فارسی

من بسیار خرسندم که کتاب «اساس نوروفیزیولوژیکی حرکت» برای دانشجویان در ایران و به زبان آنان در دسترس قرار گرفته است. در حقیقت، تأثیر این ترجمه می‌تواند حتی گسترده‌تر نیز باشد، چه آن‌که فارسی زبان رسمی تعدادی از کشورهای واقع در آسیا بوده و تعداد فارسی زبانان به ده‌ها میلیون نفر می‌رسد.

به‌طور عام، علاقه فزاینده‌ای نسبت به علوم حرکتی، و به‌طور خاص، کنترل حرکتی در ایران وجود دارد. در سال‌های اخیر، من شاهد رشد چشمگیر حضور دانشجویان ایرانی در دانشگاه‌های خود بوده‌ام و افتخار ملاقات با معلمان جوان در آزمایشگاه‌های خود و دیگران، و نیز برنامه تابستانی کنترل حرکتی را داشته‌ام. حساب می‌کنم که آموزش پایه در زمینه‌هایی همچون فیزیک، ریاضی و علوم کامپیوتر در ایران بسیار قوی است. بسیار خوشحال‌کننده خواهد بود اگر این کتاب، به گسترش دامنه موضوعاتی که دانشجویان ایرانی در آنها از چیرگی برخوردارند کمک نماید.

حیطه اصلی تحقیقاتی من، کنترل حرکتی است. کنترل حرکتی، یک حوزه نسبتاً جوان در علوم طبیعی است که تلاش دارد تا به آن دسته از قوانین فیزیکی که امکان ایجاد حرکات زیستی هدفمند در محیط طبیعی و متغیر را فراهم می‌کنند پی ببرد. این حوزه، مفاهیم و رویکردهایی را از حیطه‌های سنتی‌تر نظیر فیزیک (شامل مکانیک کلاسیک)، فیزیولوژی عصبی، نوروفیزیولوژی، نظریه کنترل و روان‌شناسی با یکدیگر ترکیب می‌کند. نوروفیزیولوژی یکی از میانگین‌های کنترل حرکتی است، و نخستین کاری که من در زمان ورودم به دانشکده علوم حرکتی دانشگاه پنسیلوانیا در سال ۱۹۹۵ انجام دادم، پیشنهاد ارائه واحد «اساس نوروفیزیولوژیکی حرکت» در ترم اول مقطع کارشناسی ارشد بود که در نهایت، منجر به چاپ این کتاب شد.

هدف این کتاب ارائه اطلاعات زمینه‌ای برای آن دسته از افرادی است که با حرکتی در یک رشته متفاوت، وارد حیطه علوم حرکتی می‌شوند. در آزمایشگاه کنترل حرکتی من در دانشگاه پنسیلوانیا، دانشجویان کارشناسی ارشد پس از دریافت مدرکی در دامنه گسترده‌ای از رشته‌ها شامل فیزیوتراپی، حرکت‌شناسی، علوم کامپیوتر، مهندسی، فیزیک، ریاضی و غیره حضور پیدا می‌کنند. بنابراین، هدف این واحد در ترم اول، ارائه اطلاعات ضروری، در یک سطح نسبتاً پایین، برای افرادی است که واحد فیزیولوژی را نگذرانده‌اند. به‌علاوه، این کتاب تا جایی گسترش یافته است که بتواند اطلاعات پایه پیرامون مکانیک، نظریه کنترل و اختلالات حرکتی را دربرگیرد. آن همچنین به‌طور مختصر برخی از پیشرفت‌های اخیر در حوزه کنترل حرکتی را شامل می‌شود.

افراد باید به یاد داشته باشند که کنترل حرکتی، حیطه‌ای است که به سرعت در حال رشد است؛ از این‌رو، کتابی که بیش از ۵ سال از چاپ آن می‌گذرد، حداقل در برخی جنبه‌ها، کهنه شده است. این درباره کتاب «اساس نوروفیزیولوژیکی حرکت» صدق می‌کند. لطفاً مراتب عذرخواهی مرا درباره اطلاعات منسوخ و غیردقیق که متأسفانه در برخی از فصل‌ها وجود دارد، بپذیرید.

درحالی‌که من از اینکه این کتاب به زبان فارسی در دسترس خواهد بود خوشحالم، اما خوشحال‌تر خواهم شد اگر دانشجویان در ایران قادر به خواندن آن به زبان انگلیسی نیز باشند. انگلیسی زبان مادری من نیست، اما من با بی‌طرفی می‌پذیرم که این زبان، در سراسر کشورها و فرهنگ‌ها تبدیل به زبان علم شده است. افراد به منظور کسب موفقیت در تحقیقات، نیاز دارند تا به این زبان مسلط باشند. این یک حقیقت است. از این‌رو، ترجمه یک کتاب به دیگر زبان‌ها از این نظر که آن را برای مخاطبان سستری قابل استفاده می‌سازد، اقدام مثبتی است، اما به این علت که دانشجویان را از مطالعه آن به زبان انگلیسی باز می‌دارد، یک مانع محسوب می‌شود. من تنها امیدوارم که عامل اول بر عامل دوم غلبه نماید.

من از دکتر ضیاء فاتح همدی بسیار سپاسگزارم که زمان و تلاش زیادی را صرف مهیا کردن کتاب «اساس نوروفیزیولوژیکی حرکت» برای فارسی‌زبانان نموده است. من همچنین از تمامی دانشجویان و اساتید که در آینده رای کتاب اطلاعات پایه و ضروری جهت تحقیق، آموزش یا کار بالینی در حوزه کنترل حرکتی و حوزه‌های مرتبط بهره می‌گیرند تشکر نمایم.

اجازه دهید که سخنان خود را با یک رباعی از عارف خیام (که آن را از زبان روسی به انگلیسی ترجمه کرده‌ام) به پایان رسانم:

هرگز دل من ز علم محروم نشد	کم ماند ز اسرار که معلوم نشد
هفتاد و دو سال فکر کردم شب و روز	علم شد که هیچ معلوم نشد

با سپاس فراوان
مارک لاتاش

پیشگفتار مؤلف

من در مدت ۱۰ سال گذشته به منظور تدریس دروس ترم اول کارشناسی ارشد در دانشکده علوم حرکتی دانشگاه پنسیلوانیا از ویراست اول کتاب اساس نوروفیزیولوژیکی حرکت استفاده می‌کردم. این یک تجربه نسبتاً خجالت‌آور بود؛ زیرا هر ساله دانشجویان اشتباهات، تناقضات و از قلم افتادگی‌های مهمی را کشف می‌کردند. آن دسته از همکاران که این کتاب را برای تدریس انتخاب می‌کردند و ویراستارانی نسخه‌های فرانسوی و ژاپنی کتاب نیز مرا با سؤال‌های فراوان بمباران می‌کردند و من پاسخی بهتر از این نداشتم که بگویم «متأسفم تلاش می‌کنم تا آنها را در ویراست بعدی اصلاح کنم».

من در ۵ سال گذشته شروع به درس دینی به نام اختلالات حرکتی نمودم. این یک درس اختیاری در ترم‌های بالاتر مقطع کارشناسی است که آن دسته از دانشجویان دانشکده علوم حرکتی بود که به دنبال ادامه تحصیل در رشته‌های مرتبط با اختلالات حرکتی و توانبخشی بودند. اکثر دانشجویانی که این درس را انتخاب می‌کردند در مقطع کارشناسی ارشد وارد دانشکده‌های پزشکی، فیزیوتراپی یا کایروپراکتیک می‌شدند و یا در رشته علوم حرکتی ثبت نام می‌کردند. نسخه اول کتاب اساس نوروفیزیولوژیکی حرکت از این جهت مفید بود که به ما اطمینان دهد که این دانشجویان پیش از ورود به مطالعات اختلالات حرکتی، از حداقل دانش لازم برخوردار می‌توانند. کانیزم‌های پایه تولید حرکت در انسان برخوردار هستند.

در ضمن حوزه‌های کنترل حرکتی و نوروفیزیولوژی در رابطه با در درج حرکات مختل شده و بدون اختلال پیشرفت‌های قابل ملاحظه‌ای به دست آورده‌اند که نیازمند توجه و نظر در مفاهیم پایه‌ای، نظیر هم‌کوشی^۱، برنامه حرکتی، فرمان عصبی و غیره هستند. تجربه تدریس این شخصی من در آن سال‌ها به تدریس آنچه در این حوزه‌ها دارای اهمیت بود، آنچه به عنوان اصول زیرفایلی تغییر پذیرفته شده بود و آنچه قابل بحث باقی مانده بود، کمک کرد.

من سه هدف برای نوشتن ویراست دوم کتاب اساس نوروفیزیولوژیکی حرکت داشتم. نخست، به دنبال اجتناب از همان اشتباهات خجالت‌آوری بودم که در ویراست اول پیدا شده بود. ویراست دوم فرصتی برای پاک‌سازی و اصلاح اشتباهات بود. من همچنین بسیاری از مسئله‌های فصول و مسئله‌های خودآزمایی را تغییر دادم؛ برخی از مسئله‌های ابتدای کتاب مبهم بودند. ضمناً سؤال‌های چند گزینه‌ای را با هدف خودآزمایی به آن افزودم.

دوم، تصمیم گرفتم تا ویراست اول را با چند فصل جدید تکمیل نمایم. برخی از آنها با رفتارهای حرکتی نظیر گرفتن^۱، مرتبط هستند. سایر فصول، اختلالات حرکتی مرتبط با نقص در عملکرد ساختارهای ویژه مغز را با جزئیات بسیار بیشتری توضیح می‌دهند. اکنون ویراست دوم بسیاری از اختلالات حرکتی شایع را پوشش داده و می‌توان از آن برای تدریس دروس مرتبط استفاده کرد.

سوم، نمی‌خواستم از اکثر موضوعات بحث‌برانگیز در کنترل و هماهنگی حرکتی غفلت کنم. اصولاً من قصد داشتم کتاب را طوری آماده کنم که تنها مفاهیم کاملاً پذیرفته شده را به شکلی نامتناقض به دانشجویان منتقل کنم. در ویراست دوم، دو فصل جدید (۱۹ و ۲۰) و چند زیربخش که مستقیماً نظریه‌های رایج کنترل و هماهنگی حرکتی ارتباط دارند افزوده شده‌اند.

ویراست دوم در همان سطح ترم‌های بالای کارشناسی و ترم اول کارشناسی ارشد باقی مانده است. این کتاب با این پیش فرض نوشته شده است که دانشجویان از حداقل دانش لازم پیرامون فیزیک پایه (اکثر مکانیک و حسابان) برخوردارند. زیاد بودن تعداد فصل‌ها به مدرس اجازه می‌دهد مطالب را با توجه به سطح آمادگی دانشجویان خود و اهداف ویژه آن درس انتخاب نماید. انتظار می‌رود که هر فصل در طول یک ساعت و نیم آکادمیک به پایان برسد.

این کتاب بدون بازخورد بسیار مفید (و اغلب تند) دانشجویانی که با من کلاس داشتند و همکارانی که وقت خود را صرف راهنمایی من برای بهتر کردن کتاب نمودند ممکن نبود. از ولادیمیر زاتسپورسکی^۲ برای نظرات مفید بی‌شمارش از طول ۱۰ سال همکاریمان، باب سینبورگ و داگمار اشترناد برای بحث‌های مفیدشان دربارهٔ چگونگی تدریس کنترل حرکتی و نوروفیزیولوژی، و کارل نیول برای تشویق جهت توسعه دروس در دانشگاه مسیساچوستس بسیار سپاسگزارم.

مقدمه

زندگی مان مملو از حرکات است. شب و روز عضلات ما در حال فعالیت هستند تا بتوانند سر، بدن و دست و پای ما را در موقعیت مناسب قرار داده، آنها را در فضا جابه‌جا کرده، اشیاء را برداشته، دستکاری نموده، با دیگران تعامل برقرار کرده و اطلاعات را با دنیای خارج جابه‌جا کنند. نخستین و مهمترین ویژگی حرکات ارادی انسان با معنی بودن آن است. آنها حس ایجاد می‌کنند. آنها به اهداف منجر می‌شوند. برخی اوقات ممکن است حرکات ارادی به این اهداف نرسند، اما بیشتر اوقات در این عمل موفق هستند. در دنیای خارج از بدن با وجود نیروهای متعدد، وقایع پیش‌بینی نشده، حرکت اشیاء و تغییر احوال، انرژی حرکات با معنی تکلیف ساده‌ای نیست.

با مطالعه این کتاب، می‌توانید با سواد بیشتری نسبت به ساختار بدن انسان و ویژگی حرکت‌دهنده‌های آن (عضلات اسکلتی) مشخصاً فرایند کنترل پیچیده می‌کنند و شاید هم آن را درک نکنید. پیچیدگی حرکت و عوامل پیچیده‌کننده سیستم حرکت انسان نیازهای زیادی را بر کنترل‌کننده‌های سطوح عالی حرکات ارادی، یعنی سیستم عصبی مرکزی، تحمیل می‌کنند. سیستم عصبی مرکزی باید از تطبیق پذیری و منابع زیادی برخوردار باشد و نیز ویژگی‌های دیگری که در قالب گفته‌های ما نمی‌گنجد. بنابراین، ما حرکات ارادی را به عنوان جلوه‌های از فعالیت سیستم عصبی مرکزی و وسیله‌ای برای درک آن در نظر می‌گیریم.

مطالعه حرکات جذاب است؛ زیرا آنها قابل مشاهده و اندازه‌گیری است و شامل ارتباطات نسبتاً مشخص بین تکلیف و نتیجه (این ارتباطات معمولاً در فرایندهای حسی-حرکتی ذهنی کمتر آشکارند) هستند. تجزیه و تحلیل حرکات ارادی راهی برای یادگیری این مطلب است که چگونه مغز تصمیمات را اتخاذ می‌کند و عوامل مجری محیطی آن را اجرا می‌کنند. این مسیر آگاهی نسبت به نسبت به اهداف فوری درباره درک این مطلب به ما می‌دهد که فرد چگونه می‌تواند با قاشق غذا بخورد و آن را نریزد. این روشی برای تصمیم‌گیری، تفکر، ادراک و دیگر فرایندهاست که مبنایی برای عملکرد مغز ایجاد می‌کند. این راهی برای درک مغز انسان است. آیا موضوع با ارزش‌تر از این برای مطالعه ما وجود دارد؟

دنیای حرکات انسان

بدن انسان سیستم پیچیده‌ای است. حتی زیر سیستم‌ها هم پیچیده هستند. همچنین یک سلول منفرد هم به اندازه کافی پیچیده است که به طور کامل به عنوان یک دنیای مجزا که زندگی در آن اتفاق می‌افتد در نظر گرفته شود. هنگام کار با یک سیستم پیچیده، نخستین گام این است که نظریه‌هایی که برای با

ارزش بودن انتخاب آن سیستم و سطوح تجزیه و تحلیل وجود دارد را مشخص کنیم. این نظریه‌ها معمولاً انتخاب‌های موقتی بوده که بر اساس شهود، عرف و دانش عمومی فیزیک، شیمی و دیگر موارد است. بعد از اینکه دسته‌ای از این نظریه‌ها (یا یک بیان مناسب‌تر که توسط ریاضیدان معروف گلفاند^۱ به عنوان یک اصطلاح به کار برده شد) مشخص شدند، می‌توان سیستم را به طور علمی و مشخص مطالعه کرد. در این کتاب چندین سطح از پیچیدگی را در نظر خواهیم گرفت که هر سطح نیازمند تصورات و تجزیه و تحلیل خاص خود است. شناسایی این سطوح نسبتاً ذهنی خواهد بود. گرچه آنچه به عنوان یک سطح در نظر گرفته می‌شود کاملاً موقتی نیست. تصور کنید که یک روش خاص تجزیه و تحلیل به تدریج در ویژگی‌های یک سیستم رسوخ می‌کند و دسته‌ای از مشکلات را حل خواهد کرد. هنگامی که روش مشابهی برای یک دسته از مشکلات جدیدتر استفاده می‌شوند، برخی اوقات مانند برخورد به یک دیوار غیرقابل رؤیت خواهد بود و موفقیتی کسب نمی‌کند. این یک مشخصه بارز است که یک سطح جدید از پیچیدگی وجود خواهد داشت که نیازمند شهود و جهش کیفی - صرفاً یک روش نظریه‌های جدید یا یک بیان مناسب‌تر - است.

در این کتاب دربار چهار سطح عمده تجزیه و تحلیل مرتبط با تولید کنترل حرکات ارادی بحث خواهیم کرد. از آنجایی که این سطوح نیازمند نظریه‌های خاص خود هستند، به عنوان یک بخش جدا در نظر گرفته می‌شوند:

- ◀ بخش اول، سلول‌ها
- ◀ بخش دوم، ارتباطات
- ◀ بخش سوم، ساختارها
- ◀ بخش چهارم، رفتارها: کنترل و هماهنگی

در پایان کتاب، رفتارهای تغییر یافته و پیشرفت نموده (بخش پنجم) رفتارهای پیشرفته و تغییر یافته) و همچنین آسیب‌شناسی‌های حرکتی (بخش ششم، اختلالات حرکتی) بررسی می‌کنیم. این دو بخش اخیر ترکیب فرضیه‌هایی درباره چهار بخش قبلی خواهد بود.

خواهید دید که این بخش‌ها مشابه و یکسان نیستند و شامل شده‌ها، فرایندها و پدیده‌هایی است که نیازمند سطوح تجزیه و تحلیل متفاوتی خواهند بود. برای مثال، فرایندهای بخش چهارم مربوط به حرکات چند مفصلی است که ممکن است نیازمند بیان متفاوت‌تری جهت توصیف نسبت به کنترل عضلات منفرد باشند. زبان مورد استفاده برای مطالعه بازتاب‌های تک سیناپسی (مانند بازتاب مشهور یرش تاندون) در بخش دوم ممکن است هنگامی که مرتبط با بازتاب‌های پیچیده با واکنش‌های شبه بازتابی باشد نامناسب به نظر برسد.

سازماندهی کتاب

سازماندهی این کتاب مشخص است. کتاب شامل ۳۵ فصل است. موارد گفته شده در هر فصل می تواند یک سخنرانی طولانی (حدود ۹۰ دقیقه) را پوشش دهد. هر فصل با فهرستی از واژه ها و عناوین کلیدی شروع و با یک پاراگراف از خلاصه فصول پایان می یابد. فصول جدیدی به ویرایش دوم این کتاب اضافه شده است. در نتیجه، محتوای کتاب را می توان برای دوره های ویژه فیزیولوژی عصبی حرکات و اختلال های حرکتی استفاده کرد.

اجازه دهید تا بر چند ویژگی غیر معمول این کتاب تأکید کنیم. اول، اینکه کتاب شامل مسائل طراحی شده در داخل متن است. در طی هر سخنرانی ۳ تا ۵ مورد از این مسئله ها را مطرح می کنیم و باعث می شود، تمرکز دانشجویان بالا رفته و سرکلاس جرت نزنند. این مسئله های کوچک به صورت دامنه ای از مسائل، حیده، بدیهی و غیر قابل حل هستند. هرچند دانشجویان نمی دانند که کدام یک از آنها ساده و کدام یک پیچیده اند، بنابراین هر روز شانس این را داریم که یکی از مسائل غیر قابل حل، حل شوند. پاسخ ها، روشی برای مسائل ساده در داخل کتاب وجود ندارد (گرچه برخی از آنها در ادامه فصل پاسخ داده می شوند)، چون اگر پاسخ ها در دسترس باشند، مطرح کردن این مسئله ها بی هدف خواهد بود. و همزمان که نشان کردم جوابی برای برخی از این مسائل وجود ندارد.

در پایان هر بخش، تعدادی مسائل برای خودآزمایی پیشنهاد شده است. این مسائل از امتحان های واقعی گرفته شده در طی چند سال تدریس در کلاس های درس اساس فیزیولوژیکی حرکت و اختلالات حرکتی در دانشگاه پنسیلوانیا اقتباس شده است. آن ها به تالیف و تفکر عمیق و استفاده از فصول قبل کتاب نیاز دارند. به دو دلیل هیچ پاسخی برای آنها در نظر گرفته نشد. اول، شاید خواننده بتواند به تنهایی آنها را حل کند. دوم، برخی از سؤال ها چند جوابی هستند. دانشجویان در بین آنها پاسخ مناسب را پیدا کنند. برخی از این مسائل به طور باز طراحی شده اند. برخی نیز چند جوابی هستند. سؤال های چند جوابی باعث می شود تا گروه های زیادی از دانشجویان را بررسی کنیم و نسبت به آزمون های باز نیاز به زمان کمتری دارند. به طور کلی، سؤال های چند جوابی را نمی پسندم. آنها در درجه نخست توانایی دانشجویان را برای حل مسائل چند جوابی می سنجند تا اینکه بتوانند دانش آنها را در محدوده خاصی جهت حل مسائل به کار گیرند. برای جلوگیری از راهکار حدس زدن جواب ها در پایان هر کدام پرسیده شده است چرا؟ از دانشجویان انتظار می رود تا بهترین پاسخ را انتخاب کنند (مانند سؤال های چند جوابی سستی) و چند کلمه ای درباره این بنویسند که چرا یک پاسخ خاص بهترین گزینه است. اگر دانشجو به سؤال پاسخ ندهد نمره کامل نخواهد گرفت. به عبارت دیگر، اگر جواب نادرست انتخاب شود اما درباره علت آن توضیحاتی ارائه نماید می توان بخشی از نمره یا حتی کل نمره را به او اعطا نمود.

شش پروژه آزمایشگاهی در پایان کتاب مورد بحث قرار گرفته است. هر پروژه یک مطالعه

تحقیقی نسبتاً گسترده است که به دو تا سه دوره زمانی (هرکدام ۹۰ دقیقه) جهت کامل کردن آن نیاز دارند؛ بنابراین، دوره آزمایشگاهی نیاز به ۱۸ تا ۲۷ ساعت دارد. البته در دسترس بودن تجهیزات و زمان نقش مهمی در ساختار و اجرای این آزمایش‌ها دارد. در دانشگاه پنسیلوانیا برای تحقیق و تدریس، آزمایشگاه را برای ما مجهز نموده‌اند.

هدف این کتاب

هدف نهایی این کتاب فراهم نمودن موارد کافی برای کمک به دانشجویان است

- ◀ تا به طور مستقل تفکر نمایند؛
- ◀ تا حقایق بنیادی درباره طراحی سلول‌ها، عضلات، ساختارهای عصبی و بدنمان را دریابند؛
- ◀ تا منطق درونی طراحی و کارکرد سیستم بدنی انسان را که حرکات ارادی را تولید می‌کند دریابند؛
- ◀ تا جهت حل مسائل از این دانش بنیادی استفاده کنند؛
- ◀ تا آزمایش‌های واقعی و بهتر جهت تحقیق و حل این مسائل طراحی کنند؛ و
- ◀ تا ادبیات تحقیقی را مطالعه نموده و نوروفیزیولوژی حرکات را دریابند.

مسائلی را که این کتاب پوشش می‌دهد حدود ۳۰۰ تا ۴۰۰ مورد در سطوح بالا هستند که هم دانشجویان ترم اول و هم دانشجویان ترم آخر می‌توانند از آن استفاده کنند. فصول مربوط به اختلالات حرکتی و بخش آزمایشگاهی با دست فراوان نوشته شده‌اند تا دانشجویان از لحاظ ذهنی آمادگی آن را داشته باشند درحالی‌که فصول قبل را دانشجویان کارشناسی هم درک خواهند کرد. برخی از فصول را می‌توان با همان چهار واژه نخست جهت سنجش به کار گرفت. به عبارت دیگر، برخی از مسائل (مانند مؤلفه‌های آناتومی و بیومکانیک کارکردی) را می‌توان در جلسه‌های کلاسی دیگر مطرح کرد.

پیش‌نیاز قطعی برای تدریس این کتاب وجود ندارد، گرچه، به معرف و تدریس کلاس‌های ریاضیات، مکانیک، شیمی و آناتومی مفید خواهد بود. و حال اجازه دهید تا وارد دنیای نوروفیزیولوژی شویم.