

بیومکانیک ورزش و تمرین

پیترا م. مک‌گینیس

ترجمه ژاله معماری

نشر چکامه

تهران، ۱۳۸۴

Mc Ginnis Peter Merton

مک‌گینیس، پترام، ۱۹۵۴ - م.

بیومکانیک ورزش و تمرین / پتر مرتون مک‌گینیس؛

ترجمه ژاله معماری؛ [به‌سفارش پژوهشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری] - تهران؛

چکامه. ۱۳۸۴

۸-۶۷۲ ص: مصور، جدول، نمودار

ISBN: 964-7107-22-6

BIOMECHANICS OF SPORT, AND EXERCISE

عنوان اصلی:

فهرست‌نویسی بر اساس اطلاعات فیپا.

واژه‌نامه.

نمایه.

۱. بدن انسان - حرکت‌شناسی. ۲. (ورزش) - جنبه‌های روانشناسی. ۳. بیومکانیک. الف. معماری، ژاله،

۱۳۴۵ - مترجم.

ب. پژوهشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، ج. عنوان.

۶۱۲/۷۶

QP/۲۰۳م۷۹

۱۳۸۴

۸۴-۱۹۷۳۰م

کتابخانه ملی ایران

بیومکانیک ورزش و تمرین

مک‌گینیس، پترام.

ترجمه ژاله معماری

چاپ اول: ۱۳۸۴

لیتوگرافی: سبز؛ چاپ: ناصح

تیراژ: ۱۵۰۰ نسخه

نشر چکامه (به‌سفارش پژوهشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری)

ISBN: 964-7107-22-6

شابک: ۹۶۴-۷۱۰۷-۲۲-۶

تمام حقوق برای پژوهشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری محفوظ است.

نشانی: تهران، صندوق پستی: ۱۴۱۵۵-۷۸۳۶

فهرست مندرجات

مقدمه مؤلف	۱
بخش اول	
مفاهیم اساسی بیومکانیکی، اصول و اصطلاحات	۵
فصل ۱ - چرا بیومکانیک می‌خوانیم؟	۷
جلوگیری از آسیب دیدگی و توانبخشی	۲۲
خلاصه / واژه‌های کلیدی / پرسش‌هایی برای مرور	۲۸
فصل ۲ - واژه‌شناسی حرکات تشریحی	۲۹
واژه‌شناسی بخش‌های مختلف بدن، استخوان، مفصل و عضله	۳۰
صفحه‌های و محورهای حرکت	۳۹
خلاصه / واژه‌های کلیدی / پرسش‌هایی برای مرور	۵۶
فصل ۳ - مفاهیم اصلی و اصول مکانیک	۵۷
سازمان علم مکانیک	۵۸
خلاصه / واژه‌های کلیدی:	۶۹
پرسش‌هایی برای مرور	۷۰
بخش دوم	
بیومکانیک خارجی: نیروهای خارجی و آثار آن‌ها بر بدن و حرکات آن	۷۱
فصل ۴ - نیروها: حفظ تعادل یا تغییر حرکت	۷۳
نیروها چه هستند؟	۷۴
دسته‌بندی نیروها	۷۶
اصطکاک	۸۰
تجزیه نیروها	۹۷
تعادل ایستا	۱۰۵
خلاصه / واژه‌های کلیدی / پرسش‌هایی برای مرور	۱۱۵
فصل ۵ - سینماتیک خطی: توصیف اجسام در حرکت خطی	۱۱۷
حرکت	۱۱۸
حرکت انتقالی مستقیم‌الخط / حرکت انتقالی منحنی‌الخط	۱۱۹
سینماتیک خطی	۱۲۲

۱۲۸	مسافت طی شده
۱۲۹	جابه جایی
۱۳۴	تندی
۱۳۹	سرعت
۱۴۲	اهمیت تندی و سرعت
۱۴۸	خلاصه
۱۴۹	واژه‌های کلیدی / پرسش‌هایی برای مرور
۱۵۱	فصل ۶ - سینتیک خطی: توصیف علل حرکت خطی
۱۵۲	قانون ماند (اینرسی)
۱۵۹	قانون شتاب
۱۶۰	حرکت عمودی یک پرتابه
۱۶۸	ضربه و اندازه حرکت
۱۷۷	قانون عمل و عکس‌العمل
۱۷۹	خلاصه
۱۸۰	واژه‌های کلیدی / پرسش‌هایی برای مرور
۱۸۳	فصل ۷ - کار، توان و انرژی: تشریح علل حرکت بدون استفاده از قوانین نیوتن
۱۸۵	کار
۱۹۰	انرژی
۱۹۰	انرژی جنبشی
۱۹۱	انرژی پتانسیل
۱۹۱	انرژی پتانسیل گرانشی
۱۹۳	انرژی کشسانی
۱۹۴	رابطه کار - انرژی
۲۰۳	توان
۲۰۷	خلاصه / واژه‌های کلیدی / پرسش‌هایی برای مرور
۲۰۹	فصل ۸ - گشتاورهای پیچشی و خمشی نیرو: حفظ تعادل یا تغییر حرکت زاویه‌ای
۲۱۰	گشتاورها چیستند؟
۲۲۳	نیروها و گشتاورهای در حال تعادل
۲۳۰	مرکز ثقل چیست؟
۲۳۵	مرکز ثقل بدن انسان
۲۴۴	عوامل مؤثر بر پایداری
۲۴۹	پایداری و انرژی پتانسیل
۲۵۶	خلاصه
۲۵۷	واژه‌های کلیدی / پرسش‌هایی برای مرور
۲۵۹	فصل ۹ - سینماتیک زاویه‌ای: توصیف اجسام در حرکت زاویه‌ای

۲۶۰	 مکان و جابه‌جایی زاویه‌ای
۲۶۳	 جابه‌جایی زاویه‌ای
۲۶۷	 جابه‌جایی خطی و زاویه‌ای
۲۷۰	 سرعت زاویه‌ای
۲۷۱	 سرعت خطی و زاویه‌ای
۲۷۶	 شتاب زاویه‌ای
۲۷۶	 شتاب زاویه‌ای و شتاب خطی
۲۸۰	 خلاصه
۲۸۱	 واژه‌های کلیدی / پرسش‌هایی برای مرور
۲۸۵	 فصل ۱۰ - سینتیک زاویه‌ای: توصیف علل حرکت زاویه‌ای
۲۸۶	 اینرسی زاویه‌ای
۲۹۷	 اندازه حرکت زاویه‌ای
۳۰۱	 تعبیر زاویه‌ای قانون اول نیوتن در حرکت
۳۰۷	 تعبیر زاویه‌ای قانون دوم نیوتن در حرکت
۳۰۹	 ضربه زاویه‌ای و اندازه حرکت زاویه‌ای
۳۱۱	 تعبیر زاویه‌ای قانون سوم نیوتن در حرکت
۳۱۳	 خلاصه
۳۱۵	 واژه‌های کلیدی / پرسش‌هایی برای مرور
۳۱۹	 فصل ۱۱ - مکانیک سیالات: اثرات آب و هوا
۳۲۱	 نیروی شناوری
۳۲۷	 نیروی دینامیکی سیال: نیروی ناشی از حرکت نسبی
۳۳۱	 نیروی پسای سطحی
۳۳۳	 نیروی پسای شکلی
۳۳۷	 راهکارهایی برای کاهش نیروی پسا
۳۴۲	 اصل برنولی
۳۴۵	 چرخش به دور خود و اثر مگنوس
۳۴۹	 خلاصه / واژه‌های کلیدی
۳۵۰	 پرسش‌هایی برای مرور
	بخش سوم
۳۵۱	 بیومکانیک داخلی: نیروهای داخلی و آثار آن‌ها بر بدن و حرکات آن
۳۵۳	 فصل ۱۲ - مکانیک مادیولوژیک: تنش‌ها و کرنش‌های وارد بر بدن
۳۵۴	 تنش
۳۵۷	 کشش
۳۵۹	 فشار
۳۶۳	 بارهای مکانیکی

۳۶۴	 خمش
۳۶۹	 پیچش
۳۷۱	 بارهای مرکب
۳۷۲	 کرنش
۳۷۶	 خواص مکانیکی مواد: رابطه تنش - کرنش
۳۸۳	 ویژگی‌های مکانیکی سیستم عضلانی اسکلتی
۳۹۳	 خلاصه
۳۹۴	 واژه‌های کلیدی / پرسش‌هایی برای مرور
۳۹۷	 فصل ۱۳ - سیستم اسکلتی: استخوان‌بندی محکم بدن
۴۰۰	 استخوان‌ها
۴۰۶	 مفاصل
۴۱۷	 خلاصه
۴۱۹	 واژه‌های کلیدی / پرسش‌های ارزشیابی
۴۲۱	 فصل ۱۴ - دستگاه عضلانی: موتورهای بدن
۴۲۳	 ساختار عضله اسکلتی
۴۲۸	 عمل عضله
۴۳۸	 ترتیب قرارگیری تارها و میوفیبریل‌ها به صورت سری
۴۳۸	 ترتیب قرارگیری تارها و میوفیبریل‌ها به صورت موازی
۴۳۹	 عضلات طولی در برابر عضلات پری شکل
۴۴۳	 تنش فعال
۴۴۴	 تنش غیر فعال
۴۴۴	 عضلات یک مفصله و چند مفصله
۴۴۷	 فعالیت در درون سارکومر
۴۴۸	 فعالیت درون‌گرا، برون‌گرا و هم طول
۴۵۱	 کشش قبل از انقباض
۴۵۱	 مدت زمان تحریک
۴۵۱	 خستگی
۴۵۲	 نوع تار
۴۵۲	 گشتاور تولید شده
۴۵۵	 خلاصه
۴۵۶	 واژه‌های کلیدی / پرسش‌هایی برای مرور
۴۵۹	 فصل ۱۵ - دستگاه عصبی: کنترل سیستم عضلانی اسکلتی ؟
۴۶۰	 دستگاه عصبی و نرون
۴۶۷	 گیرنده‌ها و بازتاب‌ها

۴۶۸	 دوک عضلانی و بازتاب کششی
۴۷۰	 اندام و تری گلژی و بازتاب تاندون
۴۷۱	 دستگاه دهلیزی و بازتاب‌های مرتبط با آن
۴۷۵	 خلاصه
۴۷۶	 واژه‌های کلیدی / پرسش‌هایی برای مرور

بخش چهارم

۴۷۷	 کاربرد اصول بیومکانیک
۴۷۹	 فصل ۱۶ - تجزیه و تحلیل کیفی بیومکانیکی برای بهبود تکنیک
۴۸۰	 انواع تجزیه و تحلیل بیومکانیکی
۴۸۲	 تجزیه و تحلیل کیفی بیومکانیکی برای بهبود تکنیک
۴۸۴	 دانش بنیادی مهارت
۴۸۶	 مقصود یا هدف مهارت
۴۹۳	 چه کسی؟
۴۹۴	 در چه شرایطی؟
۴۹۴	 از چه نقطه‌ای مشاهده کنیم؟
۴۹۶	 در جستجوی چه چیزی باشیم؟
۴۹۸	 استفاده از سایر حواس
۴۹۹	 ارزیابی اجرا
۴۹۹	 تشخیص اشتباهات
۵۰۰	 ارزیابی اشتباهات
۵۰۱	 با اجراکننده ارتباط برقرار کنید
۵۰۲	 اشتباهات را تصحیح کنید
۵۰۲	 تجزیه و تحلیل را تکرار کنید
۵۰۳	 تجزیه و تحلیل‌های نمونه
۵۰۳	 مدل تئوریک پرتاب سریع ایده‌آل
۵۰۵	 کاربرد مدل تئوریک
۵۱۲	 مدل تئوریک از یک ضربه فورهند درایو ایده‌آل
۵۱۴	 کاربرد مدل تئوریک
۵۲۱	 مدل تئوریک دوی سرعت
۵۲۵	 کاربرد مدل تئوریک
۵۲۹	 خلاصه
۵۳۰	 واژه‌های کلیدی / پرسش‌هایی برای مرور
۵۳۱	 فصل ۱۷ - تجزیه و تحلیل کیفی برای پیشرفت آموزش

۵۳۲	علم بیومکانیک و تمرین
۵۳۵	روش تحلیل کیفی آناتومیکی
۵۴۳	تجزیه و تحلیل نمونه
۵۴۶	حرکات مفصل
۵۴۷	انقباضات عضله و گروه عضلات فعال
۵۵۰	شتاب‌های زاویه‌ای سریع مفصل و برخوردها
۵۵۰	حداکثر دامنه حرکت مفصل
۵۵۲	حرکات مفصل
۵۵۳	انقباضات عضله‌ای و گروه‌های عضلانی فعال
۵۵۵	شتاب‌های زاویه‌ای سریع مفصل و برخوردها
۵۵۶	حداکثر دامنه‌های حرکت مفصل
۵۵۶	حرکات مفصل
۵۵۹	انقباضات عضله و گروه عضلانی فعال
۵۶۲	شتاب‌های زاویه‌ای سریع مفصل و برخوردها
۵۶۷	بیشترین دامنه حرکتی مفصل
۵۶۷	خلاصه
۵۶۸	واژه‌های کلیدی / پرسش‌هایی برای مرور
۵۶۹	فصل ۱۸ - تجزیه و تحلیل کیفی آناتومی برای درک توسعه آسیب‌دیدگی
۵۷۰	تنش مکانیکی و آسیب دیدگی
۵۸۱	تفاوت‌های فردی در آستانه آسیب دیدگی بافت
۵۸۲	عوامل درونی و بیرونی مؤثر بر آسیب دیدگی
۵۸۸	دویدن
۵۹۷	عوامل اختصاصی مرتبط با تکلیف دویدن
۵۹۹	عوامل اختصاصی مرتبط با محیط دویدن
۶۰۲	جرم بدن
۶۰۲	آناتومی اندام تحتانی
۶۰۵	عوامل روان‌شناختی
۶۰۷	خلاصه
۶۰۸	واژه‌های کلیدی / پرسش‌هایی برای مرور
۶۱۱	ضمیمه A
۶۱۱	توابع مثلثاتی
۶۲۱	پاسخ به برخی از پرسش‌های ارزشیابی
۶۳۳	واژه‌نامه
۶۵۱	نمایه

مقدمه مؤلف

هدف از نگارش این کتاب، معرفی رشته بیومکانیک ورزشی به دانشجویان دوره کارشناسی است. امروزه برای دانشجویان حرکات انسانی، خواه در رشته حرکت‌شناسی یا علم تمرین و خواه در رشته تربیت بدنی، درکنار شغل آموزش، انتخاب‌های شغلی دیگری نیز وجود دارد. فعالیت در تمام این حرفه‌ها مستلزم مشاهده، ارزیابی یا ارائه توصیه و دستورالعمل راجع به حرکات انسان است؛ بنابراین آگاهی از علم مکانیک جهت موفقیت در این رشته‌ها ضروری و ارزشمند است. بسیاری از متخصصان علوم حرکات انسانی، تنها دوره رسمی آموزشی مرتبط بامکانیک در حرکات انسانی را طی یک دوره حرکت‌شناسی یا بیومکانیک در دانشکده می‌گذرانند. این کتاب نیز با توجه به محدوده ذهنی مخاطبان در این حوزه علمی، به رشته تحریر درآمده است. هدف من، تألیف یک کتاب درسی فشرده، قابل فهم و سودمند برای یک نیمسال تحصیلی درس بیومکانیک جهت مطالعه دانشجویان علوم حرکات انسانی بوده است. کتاب حاضر به چهار بخش تقسیم شده است. بخش اول، سه فصل را در خود جای داده است. فصل ۱، مقدمه‌ای را بر علم بیومکانیک تدارک دیده و شامل مطالبی به منظور بیان علل مطالعه بیومکانیک است. در فصل‌های ۲ و ۳، به ترتیب به مرور مفاهیم اساسی و اصول علم تشریح و علم مکانیک پرداخته شده است. محتوای مطالب این دو فصل را می‌توان پیش‌نیازی برای مطالعه یک دوره بیومکانیک در نظر گرفت. این اطلاعات، اساس مطالبی هستند که بعداً در این کتاب مطرح می‌شوند.

مطالب بخش دوم کتاب با مکانیک خارجی یا نیروهای خارجی و آثار آن‌ها بر بدن و حرکات آن مرتبط است. مکانیک اجسام صلب و کاربرد آن در حرکات انسان، موضوع اصلی

این بخش است. مکانیک یکی از مشکل‌ترین عناوین درسی دانشجویان علوم حرکتی است، لذا این بخش، مهم‌ترین بخش کتاب حاضر محسوب می‌شود و بیشترین حجم را به خود اختصاص داده است. موضوعات ارائه شده در این بخش با مطالب حرکت‌شناسی و بیومکانیک موجود در کتاب‌های دیگر متفاوت است. مطالب این بخش در فصل ۴ با معرفی نیرو و علم استاتیک، درست پیش از اینکه به بحث پیرامون حرکت در فصل ۵ و علل حرکت خطی در فصل ۶ بپردازیم، آغاز می‌شود. گشتاور، گشتاور نیرو، و مرکز ثقل نیز در فصل ۸، قبل از بحث درباره سینماتیک زاویه‌ای در فصل ۹ معرفی شده‌اند. علل حرکت زاویه‌ای نیز در فصل ۱۰ مطرح شده است. به لحاظ منطقی، قبل از اینکه سعی کنیم به مکانیک حرکت اجسام پی ببریم، تلاش شده تا احساس دقیق‌تری برای درک علم مکانیک اجسام غیر متحرک و نیروها و گشتاورهایی که تعادل این اجسام را برقرار می‌کنند، ارائه شود. بخش دوم، با بحثی درباره مکانیک سیالات در فصل ۱۱ خاتمه می‌یابد.

مطالب بخش سوم درباره بیومکانیک داخلی، یا نیروهای داخلی و آثار آن‌ها بر بدن و حرکاتش، بحث می‌کند. این بخش با بحثی پیرامون مکانیک مواد بیولوژیک در فصل ۱۲ آغاز می‌شود. تنش و کرنش همراه با مفاهیم متنوعی درباره قدرت مواد معرفی شده‌اند. مروری بر دستگاه اسکلتی، دستگاه عضلانی و کنترل دستگاه عصبی نیز پس از آن، در فصل‌های ۱۳، ۱۴ و ۱۵ ارائه شده‌اند.

بخش چهارم در مورد کاربرد بیومکانیک بحث می‌کند. روش‌های مورد قبول از کاربرد علم بیومکانیک در تجزیه و تحلیل مهارت‌های حرکتی در حرکات انسان یا در ورزش، طی سه فصل این بخش ارائه شده‌اند. اولین آن‌ها، فصل ۱۶ است که به ارائه برنامه‌هایی می‌پردازد که به منظور تجزیه و تحلیل کیفی بیومکانیکی برای اصلاح و بهبود تکنیک اجرای مهارت صورت می‌گیرد. فصل ۱۷، روشی را برای تجزیه و تحلیل کیفی بیومکانیکی برای بهبود تمرین ارائه می‌کند. در این فصل، بر یک برنامه کیفی جهت شناسایی گروه‌های عضلانی فعال در درون یک حرکت یا در میان بخش‌های مختلف یک حرکت بسیار تأکید شده است. مطالب فصل ۱۸، کتاب را با بررسی این نکته که چگونه تجزیه و تحلیل کیفی بیومکانیکی می‌تواند در کمک به درک علل بروز آسیب دیدگی کمک کند، به پایان می‌رساند. این فصل توسط استیون مک کاو نوشته شده است.

در سراسر این کتاب و به ویژه در بخش دوم، سعی بر این بوده تا به جای ارائه مستقیم اصول مکانیک، امکان درک اصول مکانیک برای دانشجویان فراهم شود. پس از مشاهده

فعالیت‌های معمول، توضیحات لازم پیرامون این فعالیت‌ها شکل گرفته‌اند. نتایج ناشی از این توضیحات، مفاهیم زیر بنایی رادر هر مورد روشن می‌سازد. فرایند کشف اصول، نیازمند مشارکت بیشتر خوانندگان است و می‌تواند منجر به درک بهتری از موضوع درس شود.

آنچه این کتاب رادر بین سایر کتاب‌های درسی باموضوع بیومکانیک منحصر به فرد می‌سازد، چگونگی ارائه مطالب آن است. در بسیاری از کتاب‌های درسی بیومکانیک، آناتومی عملی پیش از مطالب مکانیک طرح می‌شود. در این کتاب، ابتدا به موضوع علم مکانیک پرداخته شده است. استخوان‌ها و رباط‌ها عناصر ساختاری هستند که بدن انسان را حمایت می‌کنند. عضلات موتورهای بدن هستند که این ساختار را به حرکت در می‌آورند. درک اینکه چگونه نیروها از طریق استخوان‌ها و رباط‌ها حمایت بدن راموجب می‌شوند و چگونه نیروهای مورد نظر و گشتاورهای حاصل از آن‌ها کاری را تولید می‌کنند که موجب حرکت اندام‌های بدن می‌شوند، نیازمند داشتن اطلاعات لازم درباره نیروها و آثار آن‌هاست. علم مکانیک، علم مطالعه نیروها و آثار آن‌هاست. بنا براین باید آن را قبل از مطالعه سیستم عضلانی اسکلتی فراگرفت.

این کتاب همچنین به دلیل چگونگی ارائه موضوعات مکانیکی آن منحصر به فرد است. بخش مکانیک در اغلب کتاب‌های درسی بیومکانیک، بامطالب مربوط به سینماتیک خطی آغاز می‌شود و بعد از آن مطالب سینتیک خطی، سینماتیک زاویه‌ای و در نهایت سینتیک زاویه‌ای طرح می‌شوند. در این کتاب، نیروها قبل از سینماتیک خطی معرفی شده‌اند، زیرا نیروها علل تغییر حرکت‌اند و در صورتی که تغییری در حرکت رخ ندهد، این نیروها درحال تعادل هستند، به نظر می‌رسد که بهتر است تعریف و درک نیروها قبل از بحث حرکت طرح شود. این مطلب به ویژه درحالتی که حرکت پرتابه‌ای و معادلات مربوط به آن تحت عنوان سینماتیک خطی مورد بحث قرار می‌گیرند، تحقق می‌یابد. از آنجایی که حرکت پرتابه‌ای تحت تأثیر نیروی جاذبه قرار می‌گیرد، درک کاملی از این نیرو پیش از بحث پیرامون آثار نیروی مورد نظر باید به دست آمده باشد. به همین صورت، گشتاورها قبل از سینماتیک زاویه‌ای معرفی شده‌اند.

با توجه به اینکه در علم مکانیک، برای توصیف روابط یا برای تعریف کمیت‌ها، از معادلات استفاده می‌شود، داشتن اطلاعاتی درباره ریاضیات (خصوصاً جبر) ضروری است. من سعی کرده‌ام کتاب حاضر را به طریقی به نگارش در آورم که دانشجویانی هم که کمی در ریاضیات ضعیف هستند نیز بتوانند بیومکانیک را با موفقیت فراگیرند. در هر حال، موفقیت در

یادگیری بیومکانیک برای کسانی که اطلاعات بهتری در زمینه ریاضیات داشته باشند، راحت‌تر صورت می‌گیرد. پیوست الف حاوی اطلاعات لازم در زمینه مثلثات بوده و استفاده از آن درحین مطالعه برخی موضوعات این کتاب کمک مفیدی خواهد بود.

عناصر اصلی هر فصل این کتاب نیز به فراگیری مطالب آن کمک می‌کنند. هر فصل با یک فیلمنامه آغاز می‌شود و به طرح سؤالاتی که می‌توان آن‌ها را با مطالعه و درک محتوای ارائه شده در فصل مورد نظر پاسخ داد، منتهی می‌شود. فهرستی از اهداف در شروع هر فصل ارائه شده است. نمونه‌های عملی مفاهیم هر فصل در سراسر کتاب جمع‌آوری شده‌اند. پرسش‌هایی برای مرور در انتهای هر فصل به منظور ارزیابی میزان درک خواننده از محتوای ارائه شده در فصل مورد نظر طراحی شده‌اند. پاسخ‌های برخی از این پرسش‌ها در پیوست ب آمده است.

من کوشیده‌ام مفاهیم این کتاب را تا جایی که امکان دارد روشن و آشکار و به طریقی که شما خواننده عزیز را در فهم مطالب آن به‌طور فعال درگیر کند، شرح دهم. با وجود این، ممکن است درک برخی مطالب برایتان دشوار باشد. گاهی هم ممکن است هنگام مطالعه آن گیج و سر درگم شوید، مأیوس نشوید! تلاش شما ارزشمند است. در صورتی که جویای شغلی به‌عنوان متخصص حرکات انسانی هستید، اطلاعات مرتبط با آن در زمینه بیومکانیک با ارزش و مفید خواهد بود.

پیتر ام. مک‌گینیس