





بیومکانیک حرکت انسان کاربرد در هنرهای رزمی

ندا بروشک

دکتری بیومکانیک ورزشی دانشگاه مازندران

امیرعلی جعفرنژاد گرو

عضو هیئت علمی دانشگاه محقق اردبیلی

علیرضا میری

دکتری بیوشیمی و متابولیسم ورزشی دانشگاه تهران

امریک آریس

لستر اینگبر

بخش اول | اساس آناتومیکی بیومکانیک | ۱۱

فصل اول | مقدمه | ۱۲

- ۱-۱ بیومکانیک چیست؟ ۱۲
- ۱-۲ اهمیت بیومکانیک ۱۲
- ۱-۳ بیومکانیک و بخش‌های آن ۱۳

فصل دوم | آناتومی حرکت انسان | ۱۴

- ۲-۱ استخوان‌ها (علم استخوان‌شناسی) ۱۴
- ۲-۲ مفاصل (آرترولوژی) ۱۵
- ۲-۳ عضلات ۱۷

فصل سوم | آناتومی و بیومکانیک عملکردی | ۲۲

- ۳-۱ سر ۲۲
- ۳-۲ گردن ۲۳
- ۳-۳ مجموعه‌ی شانه ۲۳
- ۳-۴ عضلات بازو ۲۷
- ۳-۵ مجموعه‌ی آرنج و زند زیرینی زند زیرینی ۲۸
- ۳-۶ واحد دست و مچ دست ۳۱
- ۳-۷ ستون مهره‌ای و مناطق آن ۳۳
- ۳-۸ ناحیه‌ی توراسیک ۳۷
- ۳-۹ کمربند لگنی و ران ۴۰
- ۳-۱۰ ران ۴۵
- ۳-۱۱ زانو و ساق ۴۸
- ۳-۱۲ ساق ۵۰
- ۳-۱۳ مچ پا و پا ۵۳

فصل چهارم | مفهوم مکانیک عضلانی | ۵۸

- ۴-۱ سیستم‌های اهرمی، مرکز گرانش (CoG)، مرکز جرم (CoM)، سطح اتکا (BoS) ۵۸
- ۴-۲ زنجیره‌ی کینماتیکی ۶۳
- ۴-۳ فعالیت استاتیک ۶۳
- ۴-۴ فعالیت دینامیک و قانون نیوتن ۶۳

فصل پنجم | کنترل حرکت (فیزیولوژی عضلانی) | ۶۵

- ۵-۱ کنترل عضلانی ۶۵
- ۵-۲ کنترل نورولوژیکی ۶۶
- ۵-۳ چکیده ۷۰

فصل ششم | کینماتیک در حرکات خطی | ۷۲

- ۶-۱ مسافت و جابجایی ۷۲
- ۶-۲ تندی و سرعت ۷۲
- ۶-۳ شتاب ۷۳
- ۶-۴ حرکت با شتاب ثابت ۷۴
- ۶-۵ کمیت‌های اسکالر و برداری ۷۵
- ۶-۶ اندازه‌ی بردارها ۷۶
- ۶-۷ روش‌های حل مؤلفه‌های برداری ۷۷
- ۶-۸ اساس مثلثات ۷۷

فصل هفتم | کینماتیک در حرکات زاویه‌ای | ۸۰

- ۷-۱ مسافت و جابجایی ۸۰
- ۷-۲ دوایر، ربع‌ها، و زوایای آن‌ها ۸۱
- ۷-۳ تندی، سرعت و شتاب ۸۱
- ۷-۴ سؤالات ۸۲

فصل هشتم | کینتیک حرکت خطی | ۸۳

- ۸-۱ اینرسی، جرم، وزن، و نیرو ۸۳
- ۸-۲ نیروها ۸۳
- ۸-۳ اصطکاک ۸۵
- ۸-۴ اندازه‌ی حرکت ۸۸
- ۸-۵ نیروهای ایمپالسیو، برخوردی (ضربه) ۸۸
- ۸-۶ انرژی، کار و توان ۹۰
- ۸-۷ توان عضلانی ۹۳

فصل نهم | کینتیک در حرکت زاویه‌ای | ۹۶

- ۹-۱ نیروها ۹۶
- ۹-۲ مرکز جرم ۹۸
- ۹-۳ پایداری ۹۸
- ۹-۴ گشتاور و اهرم ۹۹
- ۹-۵ گشتاور اینرسی ۱۰۰
- ۹-۶ تئوری محوره‌های موازی ۱۰۱
- ۹-۷ اندازه حرکت زاویه‌ای ۱۰۳
- ۹-۸ رابطه‌ی اندازه‌ی حرکت زاویه‌ای، گشتاور اینرسی، ایمپالس، انرژی و توان ۱۰۳

بخش چهارم | بیومکانیک هنرهای رزمی | ۱۰۶

فصل دهم | بیومکانیک هنرهای پرتابی | ۱۰۸

- ۱۰-۱ جودو: فنون پرتابی ۱۰۸
- ۱۰-۲ جوجوتسو و سامبو: فنون پرتابی و فنون خاک‌کردن ۱۲۲
- ۱۰-۳ کشتی آماتور (غیر حرفه‌ای): فنون خاک و پرتاب ۱۳۱
- ۱۰-۴ فنون خاک (NE-WAZA): جودو ۱۴۳
- ۱۰-۵ فنون خاک (NE-WAZA): جوجوتسو و سامبا ۱۵۱
- ۱۰-۶ فنون خاک: کشتی ۱۵۸
- ۱۰-۷ آیکیدو و آیکی جوجوتسو: فنون پرتابی و بی‌تحرك کردن ۱۶۳
- ۱۰-۸ فنون بی‌تحرك‌سازی آیکیدو ۱۷۴

فصل یازدهم | بیومکانیک هنر ضربات دست و پا | ۱۸۲

- ۱۱-۱ کاراته ۱۸۲
- ۱۱-۲ بوکس ۲۰۴

فصل دوازدهم | دفاع و حمله به نقاط حیاتی (Kyusho) دست‌کاری انگشتان | ۲۱۴

- ۱۲-۱ تحلیل بیومکانیکی فنون ۲۱۶

فصل سیزدهم | بیومکانیک هنر شمشیربازی | ۲۲۳

- ۱۳-۱ شمشیربازی مدرن (المپیک) ۲۲۳
- ۱۳-۲ بیومکانیک دفاع در برابر ضربات چاقو ۲۴۴

با توجه به پیشرفت‌هایی که در سال‌های اخیر در زمینه بیومکانیک ورزشی صوت گرفته است، هنوز بسیاری از ابهامات و عدم به‌کارگیری این علم مهم در ورزش دیده می‌شود. یکی از عوامل موفقیت ورزشکاران، به‌کارگیری صحیح اندام‌ها و استفاده مناسب از قوانین فیزیک حاکم بر رشته‌ای خاص است. تجزیه و تحلیل مهارت‌های ورزشی، یکی از مهم‌ترین و درعین‌حال، پیچیده‌ترین بخش علوم ورزشی است که یادگیری و دانستن آن، علاوه بر متخصصان علوم ورزشی، برای مربیان و ورزشکاران لازم و ضروری است. در این کتاب که شامل ۴ بخش است، به قوانین عمومی بیومکانیک مربوط به هنرهای رزمی پرداخته می‌شود: در بخش اول، آناتومی عضلانی-اسکلتی مهم‌ترین عضلات و عملکرد آن‌ها توصیف خواهد شد؛ در بخش دوم، اساس بیومکانیک و فیزیولوژیکی حرکت انسان را بررسی خواهیم کرد؛ فصل چهارم، به توصیف سیستم‌های اهرمی، مرکز ثقل (گرانژی)، سیستم‌های زنجیرهای سینماتیک و قوانین نیوتون می‌پردازد؛ در بخش سوم، هسته‌ی اصلی بیومکانیک -که به دو بخش سینماتیک و سینتیک تقسیم می‌شود- شرح داده خواهد شد؛ در بخش چهارم، خواننده با مفاهیم بیشتر و اختصاصی‌تری از بیومکانیک ورزش‌های رزمی آشنا می‌شود که برای درک بهتر این بخش، نیاز به یادآوری و تسلط کامل بر قوانین و تئوری و معادلات بیومکانیکی توصیف‌شده در بخش‌های قبلی است.

ترجمه چنین کتابی برای اولین بار در کشور صورت می‌گیرد که قابل استفاده برای دانشجویان علوم ورزشی، مربیان ورزش‌های رزمی، متخصصین بدنسازی و قدرت، تکنسین‌های فعالیت ورزشی، است؛ همچنین این کتاب می‌تواند به‌عنوان یک کتاب درسی برای دانشجویان بیومکانیک ورزشی استفاده شود. از تمامی استادان، صاحب‌نظران ارجمند، تقاضا می‌شود با راهنمایی و پیشنهادهای اصلاحی، مترجمین این کتاب را در جهت اصلاح کتاب حاضر و تدوین دیگر آثار در این زمینه یاری دهند.

ندا بروشک

امیرعلی جعفرنژادگرو

علیرضا میری



بیومکانیک یعنی دانش مطالعه‌ی ساختار و عملکرد سیستم‌های زیستی با استفاده از متودهای «مکانیک». این علم، شاخه‌ای از فیزیک است که با آنالیز عمل نیروها، موجب درک صحیح‌تر ورزشکاران و مربیان از فرایند ورزش خواهد شد.

دانش بیومکانیک ورزشی می‌تواند از طریق بهبود کارایی، بهبود تکنیک، بهبود تجهیزات، بهبود تمرین، جلوگیری از آسیب‌ها و بازتوانی، تصحیح تکنیک و طراحی تجهیزات در خدمت ارتقاء کیفی ورزشکاران و مربیان قرار گیرد. بی‌گمان در این عرصه، بیومکانیک‌هایی موفق‌تر عمل خواهند کرد که درک صحیحی از الگوهای حرکتی رشته‌های مورد مطالعه خود را داشته باشند و قبل از ورود به حوزه‌ی نظری این دانش، مهارت‌های حرکتی و تجربه‌ی کاملی را از رشته‌های مورد مطالعه خود، درک کرده باشند. ترجمه‌ی پیش روی، حاصل تلاش و ممارست سرکار خانم دکتر ندا بروشک است که خود از ملی پوشان رشته‌های رزمی است و به خوبی توانسته مرز بین دانش تجربی و آکادمیک را در حوزه‌ی بیومکانیک با هم در آمیزد. همچنین در ترجمه‌ی این کتاب، از تخصص و تجربه‌ی علمی آقای دکتر امیرعلی جعفرنژاد و آقای دکتر علیرضا میری نیز بهره گرفته شد.

بنا به اذعان کارشناسان علوم ورزشی، کشور عزیزمان ایران هنوز از جمله کشورهای مصرف‌کننده‌ی علوم ورزشی است و در حوزه‌ی تولیدات علمی، درخصوص علوم ورزشی توفیقات چشم‌گیری نداشته است. عدم پژوهش محوری و گسترش سندرم پایان نامه‌ها و مقالات اینترنتی، هر روز بیش از دیروز در روح و روان جامعه دانشگاهی کشورمان رخنه کرده است. بی‌گمان، شاخه‌ی تربیت بدنی و علوم ورزشی نیز از این قاعده مستثنی نبوده است؛ لذا وجود متخصصین و پژوهشگران، چون گوهریست بی‌بدیل که باید از سوی نهادهای متولی ورزش کشور، مورد حمایت و قدردانی قرار گیرد. فدراسیون ورزش‌های رزمی نیز به‌عنوان یکی از بزرگ‌ترین فدراسیون‌های چند رشته‌ای ایران، با بیش از یک میلیون مخاطب مستقیم و تحت پوشش داشتن بیش از یک‌صد سبک و رشته‌ی رزمی و به‌عنوان متخصص‌ترین نهاد متولی ورزش‌های رزمی کشور، بیش از سایر فدراسیون‌ها، نیازمند این‌گونه تولیدات علمی تخصصی متجانس با رشته‌های تحت پوشش خود است. پرداخت خوب، نشر روان، تحلیل مبتنی بر تکنیک‌های پایه و مهم‌تر از همه، بررسی بیومکانیکی رشته‌های اصلی این فدراسیون از جمله سامبو، کیک‌بوکسینگ، موی تای و جوجیتسو و همچنین حضور سه رشته‌ی جوجیتسو، سامبو و پنچاک سیلات، این فدراسیون در بازی‌های آسیایی ۲۰۱۸ جاکارتا اندونزی، ما را بر آن داشت تا با حمایت مادی و معنوی از اثر پیش‌رو، در کنار آماده‌سازی فیزیکی ورزشکاران و ملی پوشان این فدراسیون، موجبات افزایش ضریب نفوذ علوم ورزشی را نیز در بین جامعه‌ی مخاطب این فدراسیون فراهم سازیم تا ورزش‌های رزمی نیز در آینده نه چندان دور، مانند سایر رشته‌های دانشگاهی و آکادمیک همچون، بسکتبال، والیبال، شنا و نگاهی پژوهش‌محور و علمی در راستای بهبود عملکرد و ارتقاء سطح توسعه‌ی همگانی و قهرمانی و افزایش سطح سرانه سلامت جامعه داشته باشد. امیدوارم که با ایجاد مثلث ارتباطی مؤثر و مداوم بین وزارت ورزش، فدراسیون‌های ورزشی و جامعه دانشگاهی کشور، هر روز بیشتر از دیروز، شاهد افزایش تولیدات علمی در حوزه‌ی علوم ورزشی و ارتقاء سطح کشور عزیزمان، ایران باشیم. **إِنْ شَاءَ اللَّهُ**

محمود رشیدی

رئیس فدراسیون ورزش‌های رزمی ج.ا.ا



محمد باقر اسدی



سید علی رشیدی

ارگونومی علم انطباق وظایف، سیستم‌ها و محیط‌ها با توانایی‌های فیزیکی و فکری و محدودیت‌های بدن انسان است. مهندسی فاکتورها و توانایی‌های فیزیکی و بیومکانیکی انسانی، دانشی است، کاربردی مرکب از علوم مختلف از جمله فیزیولوژی، روان‌شناسی، فیزیک، مکانیک، طراحی، آمار، ریاضی، مدیریت و این علوم در کنار هم، اصول ارگونومی را شکل داده‌اند و سازگاری انسان با سیستم بیومکانیک بدن را به طرز چشم‌گیری افزایش می‌دهند. با توجه به پیشرفت‌هایی که در سال‌های اخیر در زمینه بیومکانیک ورزشی صوت گرفته است، هنوز بسیاری از فواید و مزیت‌های این علم، برای مردم و حتی ورزشکاران پوشیده مانده است و صدمات ناشی از عدم‌آشنایی با این علم، همچنان خسارت‌هایی به بار می‌آورد.

امروزه برای اینکه ورزشکاران و مربیان بتوانند، به نحو مؤثری تکنیک‌ها را بهبود بخشند، به درک عمیقی از بیومکانیک نیاز دارند. بیومکانیک عبارت است از مبحث بهینه‌کردن حرکات انسان، با تشخیص مؤثرترین الگوی حرکتی لازم برای تولید ضربه و کسب مناسب‌ترین بهره‌وری در حرکات ورزشکاران. برای تحلیل و تشخیص چگونگی عملکرد بهتر فیزیک بدن، بیومکانیک دارای این قابلیت علمی است که بهترین الگوی تکنیکی را به ما ارائه کند. موضوعات کتاب حاضر، با کندوکاوی در اصول و کارکردهای علم بیومکانیک و با استفاده از قابلیت‌های علم ارگونومی و تحلیل مفاهیم پایه‌ای در این زمینه، نظیر تعادل، فیزیولوژی و نیروی حرکتی، نیروی متضاد، انرژی الاستیک، سیستم‌های اهرمی، مرکز ثقل (گرانشی)، سیستم‌های زنجیره‌ای سینماتیک و ... به ما می‌آموزد که بهترین الگوی تکنیکی یا الگویی که ورزشکار را قادر می‌سازد که چگونه بهترین بهره‌وری را از ترکیب قدرت و کنترل، هم در هنگام زدن ضربه و هم در تکنیک‌های حرکتی به وجود آورد و درعین حال، ریسک صدمه بدنی را نیز به حداقل برساند. دانستن بهترین حالات هماهنگی فیزیک بدن، در اجرای تکنیک‌ها و فنون ورزشی و اجرای کارآمد و مؤثر این فنون با کمترین صدمه به سلامت و بدن انسان، یکی از پیچیده‌ترین مباحث علوم ورزشی است که یادگیری و دانستن آن برای مربیان و ورزشکاران ضروری است. کتاب حاضر، به تشریح موضوع بیومکانیک و فیزیولوژی حرکتی انسان و کاربرد آن در ورزش‌های رزمی پرداخته است؛ و در فصول مختلف این کتاب، تئوری‌ها و معادلات بیومکانیکی به‌عنوان پیش‌نیاز ادراک مفاهیم فیزیک بدن انسان توصیف شده است و اطلاعاتی پایه در خصوص آشنایی با اصول علم بیومکانیک به خواننده ارائه می‌کند.

در این مرحله ضمن تشکر از مترجمین این کتاب که با تلاش خستگی‌ناپذیر خود به این نیاز جامعه‌ی ورزشی، جامعه‌ی عمل پوشیدند و توصیه فدراسیون ورزش‌های رزمی را محقق کردند گفتنی است که این کتاب می‌تواند به‌عنوان یک کتاب درسی برای ورزشکاران و مربیان ورزش‌های رزمی، متخصصین بدنسازی و به‌ویژه دانشجویان بیومکانیک ورزشی مورد استفاده قرار بگیرد. در پایان از تمامی استادان و صاحب‌نظران ارجمند، تقاضا می‌شود که با راهنمایی و پیشنهادهای اصلاحی و اعلام نقد و نظرهای ارزنده‌ی خود، دست‌اندرکاران انتشار این کتاب را در جهت اصلاح و ارتقای محتوای کتاب حاضر و تدوین دیگر آثار در این زمینه یاری دهند.

سید علی رشیدی

عضو هیئت رئیسه و عضو شورای عالی فنی

فدراسیون ورزش‌های رزمی

محمدباقر اسدی

رئیس کمیته استعدادیابی

فدراسیون ورزش‌های رزمی

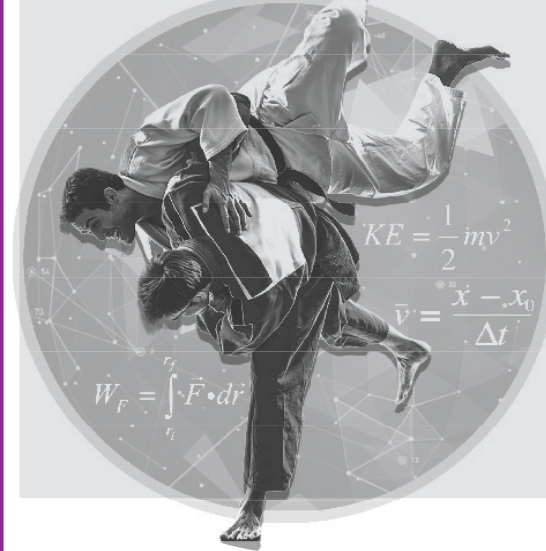
اساس آناتوميكي بيومكانيك

مقدمه‌ای بر بخش یک

این بخش، خواننده را با دانش عمومی بیومکانیک و آناتومی انسان آشنا می‌کند. برای فهم بهتر بیومکانیک، مطالعه‌ی آناتومی اهمیت بالایی دارد.

بیومکانیک رشته‌های ورزشی مختلف در بسیاری از کتاب‌ها تشریح شده است؛ به‌عنوان مثال، در ارتباط با ورزش دو و میدانی، صدها فیلم، مقالات علمی و کتاب نوشته شده است. بیومکانیک ورزش‌های رزمی، تاکنون مورد بررسی قرار نگرفته است. در این کتاب، خواننده می‌تواند پرسش‌ها و پاسخ‌هایی را با جنبه‌های بسیار مرتبط با قوانین مکانیکی ورزش‌های رزمی بیابد.

در بخش یک، مؤلف ویژگی‌های مختلف استخوان، مفصل و عضلات، مانند ترکیب، انواع و عملکردها را برجسته کرده است. قسمت عمده‌ای از بخش یک تقریباً همه‌ی بخش‌های بدن را تشریح کرده است (آناتومی عضلانی-اسکلتی و عملکردهای آن‌ها) و بر روی مناطق عضلانی مختلف، به‌ویژه مناطق بزرگ‌تر و طولی‌تر تأکید کرده است. استخوان‌ها به‌طور اختصاصی در این کتاب تشریح نشده‌اند؛ اما هم‌چنان که قبلاً در این کتاب ذکر شد، خواننده باید کتاب‌های آناتومیک پایه، پیرامون استخوان‌ها را مطالعه کند.



فصل اول

مقدمه

۱-۱ بیومکانیک چیست؟

اعمال نیروها به اندام‌های زنده و بررسی اثرات این نیروها (نیروهای وارد از داخل یا بیرون بدن) بر روی سیستم یا بدن انسان بیومکانیک نامیده می‌شود. همچنین بیومکانیک شامل مطالعه‌ی ساختار و عملکرد سیستم‌های بیولوژیکی با قوانین مکانیکی اعمالی بر روی فعالیت عضلانی است. بیومکانیک از دو کلمه تشکیل شده است: bios زبان یونانی «زنده» و mechanics به معنای مکانیک است.

اصطلاح kinesiology که همراه با بیومکانیک استفاده می‌شود، ترکیبی از کلمه یونانی است: kinein به معنای «حرکت» و logos به معنای «سخن گفتن» است؛ معنای کلی آن «سخن گفتن درباره‌ی حرکت» است و تعریف «کینسیولوژی» عبارت است از مطالعه‌ی عضلات و حرکات بدنی مرتبط با آناتومی و مکانیک. عنوان «پدر حرکت‌شناسی» به فیلسوف یونانی Aristotle (۳۲۲-۳۸۴ قبل از میلاد مسیح) داده شده است. مؤلف چندین رساله، شامل De Partibus Ani- malium (درباره‌ی بخش‌های بدن حیوانات) و De Motu Animalium (درباره‌ی حرکت حیوانات)، کسی که برای اولین بار اعمال عضلات را تشریح و آن‌ها را تحلیل هندسی کرد. یک فیزیک‌دان و ریاضی‌دان یونانی دیگر با نام Archimedes (۲۸۷-۲۰۱۲ قبل از میلاد)، اصل هیدرواستاتیک مرتبط با اجسام شناور را توسعه داد - که اکنون نیز در مکانیک مایعات یا بیومکانیک شنا مورد تأیید و استناد است.

یک شهروند رومی با نام Galen (۱۱۳-۲۰۱ AD)، به عنوان اولین پزشک گلا دیاتورها بود. Galen مقاله «De Motu Musculorum» را نوشت که در آن تفاوت‌های بین اعصاب حسی و حرکتی تشریح شده است. او تونس عضلانی را تشریح نمود و اصطلاحات «diarthrosis» و «synarthrosis» را معرفی نمود که امروزه نیز به عنوان اصطلاح‌شناسی صحیح در آرترولوژی استفاده می‌شود.

«Leonardo da Vinci» بزرگ (۱۴۵۲-۱۵۱۹)، یک هنرمند، مهندس و دانشمند رابطه‌ی بین مرکز گرانش و تعادل بدن را تشریح کرد. او مکانیک ایستادن، راه رفتن و پرش را تشریح کرد. یک

ایتالیایی دیگر به نام «Galileo Galilei» (۱۵۶۴-۱۶۴۳)، نشان داد که شتاب یک جسم، در حال افتادن متناسب با وزن آن نیست و رابطه‌ی فضا، زمان و سرعت، مهم‌ترین نقش را در مطالعه‌ی حرکت دارند. تعداد زیادی از افراد دیگر مانند «Alfonso Borelli» (۱۶۰۸-۱۶۷۹)، بیان کرد که استخوان‌ها مانند اهرم‌ها عمل می‌کنند. Isaac Newton (۱۶۴۲-۱۷۲۷)، بیومکانیک مدرن را بنا کرد و قوانین اینرسی، شتاب و عمل-عکس‌العمل او، قوانین ثابت و اصلی بیومکانیک مدرن شد. ما می‌توانیم صدها نفر از افراد دیگر که آناتومی و مکانیک انسان را مطالعه کرده‌اند، ذکر کنیم. این‌ها فقط تعداد محدودی و معدودی بودند که نام بردیم. بیومکانیست‌ها، با منسجم کردن مطالعات آن‌ها تعدادی از شاخه‌ها را شامل بیومکانیک ساختاری-عملکردی، فیزیولوژی تمرین و کنترل و رفتار حرکتی ایجاد کردند.

۱-۲ اهمیت بیومکانیک

مکانیک شاخه‌ای از فیزیک و مهندسی است که به ارزیابی نیروهای مسئول حفظ یک شیء یا ساختار، در یک موقعیت ثابت می‌پردازد. همچنین این رشته به توصیف، پیش‌بینی و علل حرکت یک شیء یا ساختار می‌پردازد.

اهمیت بیومکانیک برای هر مربی تربیت بدنی، پایه و ضروری است. بیومکانیک اطلاعات و راهنمایی‌هایی را پیرامون عملکرد سیستم عضلانی-اسکلتی در ارتباط با راه‌حل‌ها و سازگاری‌های تکنیکی بهتر به محیط مربوطه، فراهم می‌آورد.

بیومکانیک، در ارتباط قوی با فیزیولوژی تمرین عمل می‌کند. برای فهم رابطه‌ی بیومکانیک و فیزیولوژی تمرین، در این جامثالی را خواهیم آورد: یک دوندۀ ماراتن برای اینکه کارایی در دویدن، باید از استراید پا^۱ (بیومکانیک) و ریتم تنفس (فیزیولوژی) آگاه باشد. یک مثال دیگر از هنرهای رزمی گرفته‌شده است: یک جودوکار^۲، باید هر جنبه‌ای

۱-۳-۱ استاتیک

به یک زنجیره‌ی کینماتیکی در حالت توازن^۳ گفته می‌شود که اتصالات زنجیره در تعادل^۴ باشند. توازن می‌تواند، **پایدار**^۵؛ آویزان شدن، نشستن یا موقعیت ایستاده^۶؛ **ناپایدار**^۷؛ ایستادن بر روی یک پا؛ **خنثی**^۸؛ یک توپ بر روی سطح باشد. برای حفظ یک وضعیت استاتیک پایدار، عوامل مهمی مانند مرکز گرانش (CoG)، سطح اتکا (BoS)؛ ارتفاع CoG؛ خط گرانش جرم بدن و سایر موارد وجود دارد (شرح این عوامل در صفحات آینده خواهد آمد).

۱-۳-۲ دینامیک

سه نوع حرکت عمومی وجود دارد: **مستقیم الخط**^۹ (انتقالی)؛ **زاویه‌ای** (چرخشی)؛ و **منحنی الخط**^{۱۰}. در حرکت مستقیم الخط، هر ذره از جسم فاصله یکسانی را در امتداد یک خط مستقیم و موازی با حرکت سایر ذرات طی می‌کند. حرکت بدن انسان به ندرت حرکت مستقیم الخط است. هنگامی که یک بوکسور یا کاراته‌کار یک ضربه^{۱۱} مستقیم می‌زند، او نمی‌تواند یک حرکت کاملاً مستقیم الخط را نشان دهد؛ به گونه‌ای که در برخی نقاط، اجرای ضربه به سمت حرکت چرخشی می‌رود.

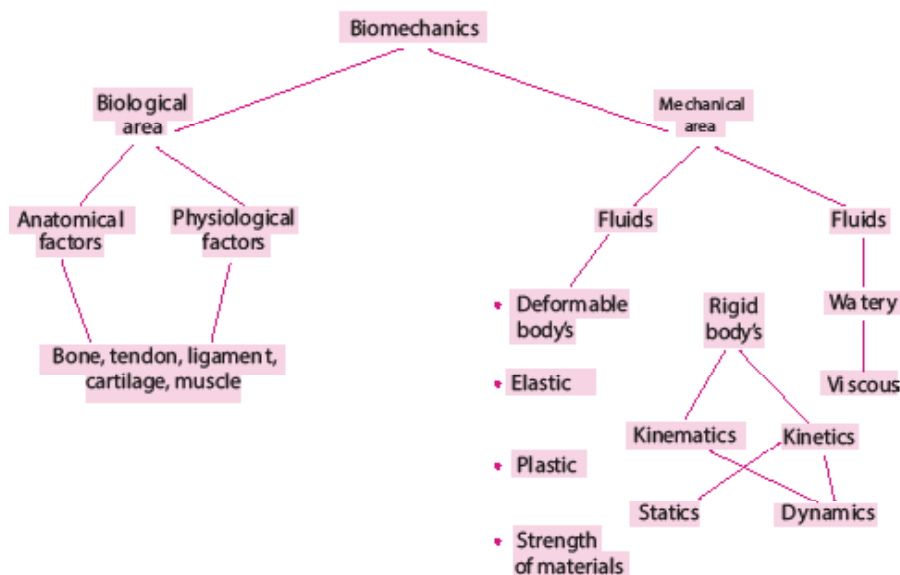
در حرکت زاویه‌ای، یک جسم یا بخشی از بدن، حول یک محور می‌چرخد. بدن یا بخشی از بدن، در جهت، زاویه و زمان یکسانی مسیر را طی می‌کنند. جسم در حرکت منحنی الخط، یک مسیر منحنی را طی می‌کند.

از «Ukemi» (تکنیک‌های افتادن)^۱ را بشناسد. با بیومکانیک صحیح، «Judoka» می‌تواند شوک ناشی از افتادن را تا حدود ۸۰ درصد کاهش دهد. انقباضات عضلانی با عملکرد فیزیولوژیکی و شکل‌های مختلف حرکت بدن هدایت می‌شوند که مجدد با بیومکانیک در ارتباط است. بعد از آن، توصیف جزئی پیرامون کنترل عضلانی بدن انسان فراهم خواهد شد. برای اینکه توانایی مقاومت انسان در برابر نیروهای وارده از درون یا بیرون بدن بالا برود، این نکته برای مربیان تربیت بدنی مهم است تا در ارتباط با نوع بدن و به‌ویژه در ارتباط با ساختار استخوان‌ها، لیگامنت‌ها، و عضلات آگاه باشند. با شناخت ترکیبات آناتومیکی و عملکردهای فیزیولوژیکی، یک مربی خوب می‌تواند، از اجرای غلط اجتناب کند و در جهت مسیرهای بیومکانیکی صحیح تکنیک‌ها گام بردارد. یک نکته مهم این است که تفاوت بین دانش پایه اجرای بیومکانیکی صحیح و اجرای تکنیک‌ها جدید (به‌ویژه بیومکانیک غلط) داده شود. در این مورد، اگر به‌طور آشکاری اجرای بیومکانیکی غیرصحیح کارآتر باشد «اجرای تکنیکی صحیح شناخته می‌شود»، سپس ما درباره‌ی سبک^۲ صحبت می‌کنیم. به هر ترتیب، بیومکانیک‌ها، اجرای تکنیکی صحیح را پیشنهاد می‌کنند؛ اما سبک اجراهای تکنیکی صحیح جدیدی را تحت فشار مسابقه ارائه می‌کنند.

۱-۳-۳ بیومکانیک و بخش‌های آن

مکانیک دو رشته اصلی دارد: **استاتیک** که اجسام سخت را در یک وضعیت پایدار در نظر می‌گیرد؛ و **دینامیک** که به مطالعه‌ی اجسام در حال حرکت می‌پردازد. دینامیک را می‌توان به دو شاخه‌ی کینماتیک -که شامل جابجایی، سرعت و شتاب بدون در نظر گرفتن نیروی مولد آن‌ها است- و کینتیک -که مرتبط با نیروهای ایجادکننده‌ی حرکت در ارتباط با زمان و میزان انرژی مو

حوزه‌های مطالعاتی بیومکانیک را نشان می



جدول ۱-۱ بیومکانیک و تقسیمات آن

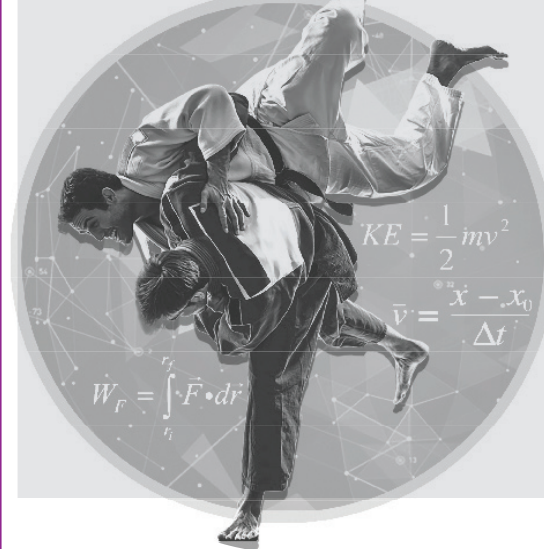
1. Breakfall
4. Balance
7. Neutral
10. Curvilinear

2. Style
5. Stable
8. Rectilinear
11. Jab

3. Equilibrium
6. Unstable
9. Translatory

آناتومی حرکت انسان

فصل دوم



۱-۲ استخوان‌ها (علم استخوان‌شناسی)^۱

هنگامی که ما از استخوان‌ها در متون بیومکانیکی سخن می‌گوییم، باید از دو مؤلفه دیگر ایجادکننده حرکت: مفاصل و عضلات نیز سخن بگوییم. با این وجود، برای شناخت میزان مقاومت ممکن در برابر ضربه، فشار، تحمل وزن و شناخت سیستم‌های اهرمی - که به‌طور پایه توسط استخوان‌ها فراهم می‌شود- ما باید ترکیبات و ویژگی‌های استخوان‌ها را بشناسیم.

در سیستم اسکلتی بدن انسان ۲۰۵ استخوان (به‌جز دندان‌ها) وجود دارد؛ با این وجود، تنها ۱۷۷ مورد از آن‌ها در حرکات ارادی دخیل‌اند. استخوان جمجمه (دارای ۲۲ قطعه) به‌عنوان یک استخوان واحد در نظر گرفته می‌شود.

اسکلت بدن از دو بخش عمده تشکیل شده است: **اسکلت محوری^۲** و **اسکلت ضمیمه‌ای^۳** (انتهاهی). لگن می‌تواند در درون هر دوی اسکلت محوری و ضمیمه‌ای جای بگیرد. این در واقع، یک اتصال مهم بین اسکلت محوری و اندام تحتانی است. سیستم اسکلتی وزن بدن را حمایت می‌کند؛ همچنین فراهم آورنده محل اتصالی برای عضلات است که به نوبه‌ی خود، باعث حمایت ارگان‌های داخلی بدن می‌شود.

۱-۲-۱ انواع استخوان‌ها

چهار نوع استخوانی وجود دارد: **طویل**، **کوتاه**، **پهن** و **نامنظم**. استخوان‌های **طویل** با شکلی شبیه به یک میله‌ی استوانه‌ای با انتهای بزرگ و برجسته^۴ شناخته می‌شوند. بدنه‌ی آن دیواره‌هایی قوی ضخیم دارد و حاوی کانال «مدولاری»^۵ است. چند استخوان **طویل** وجود دارد: ترقوه، بازو، زند زیرین، زندِ زبرین، استخوان‌های کف دست، انگشتان اندام فوقانی، ران، درشت‌نهی، نازک‌نهی، استخوان‌های کف پای و انگشتان اندام تحتانی.

استخوان‌های کوتاه. سخت و کوچک هستند. استخوان‌های مچ

دست و مچ پا، نمونه‌ای از این استخوان‌ها هستند.

استخوان‌های پهن: جناغ، کتف، دنده‌ها، استخوان‌های لگن و کشکک است. استخوان‌های نامنظم، همه‌ی استخوان‌های ستون فقرات است: ۲۴ مهره به‌علاوه خاجی و دنبالچه.

۲-۱-۲ ترکیب و ساختار استخوان‌ها

استخوان‌ها حدوداً از ۳۵ درصد **مواد آلی^۶** تشکیل شده‌اند. حدود ۶۰ درصد از مواد معدنی، مانند کلسیم فسفات و کلسیم کربنات است که به استخوان‌ها، سختی لازم برای مقاومت در برابر نیروهای فشاری را می‌دهد. ۵ درصد باقیمانده را کلاژن (پروتئین) تشکیل می‌دهد. بخش خارجی استخوان از بافت‌های فشرده و متراکم تشکیل شده است و حاوی رگ‌های خونی کوچک و لمپاتیک برای حفظ و بازسازی بافت‌های استخوانی است. لایه‌ی داخلی استخوان، اسفنجی^۷ است. استخوان‌های طویل برای تحمل وزن سازگار هستند. هر دو انتهای «پروگزیمال» و «دیسیتال» معمولاً برآمدگی‌هایی^۸ دارند که «کندیل»، «برجستگی»، یا «توبرزیتی» نامیده می‌شوند. این موارد جایگاهی را برای اتصالات فراهم آورده است یا قرقه‌ای برای تاندون‌ها و لیگامنت‌ها شده است.

استخوان با یک غشا پوشیده شده است (ضریع استخوان) که یک بافت پیوندی است که سطح بیرونی استخوان‌ها را می‌پوشاند، به‌جزء در سطوح مفصلی جایی که آن با غضروف مفصلی هیالین جایگزین می‌شوند. ضریع استخوان دو لایه دارد: لایه‌ی خارجی که از جنس کلاژن است و لایه‌ی داخلی که قادر به تولید استئوبلاست است که می‌تواند به استئوسیت تغییر پیدا کند. استخوان‌ها تحت شرایط مختلفی تشکیل می‌شوند و ممکن است با ضربه، ارثی، در ارتباط با تغذیه، بیماری و یا نقص عملکرد هورمونی تحت تأثیر قرار بگیرند.

1. Osteology
4. Knobby
7. Spongy

2. Axial skeleton
5. Medullar canal
8. Protrusions

3. Appendicular
6. Organic material