
تکنیک‌ها و محاسبات آزمایشگاهی در بیومکانیک

گردآوری و تالیف:

رسول عابدی لزگی بلاغی-دکتر کوروش نخعی



عابدی، رسول، گردآورنده	سرشناسه
تکنیک‌ها و محاسبات آزمایشگاهی در بیومکانیک / گردآوری و تالیف رسول عابدی لزگی بلاغی، کوروش نخعی.	عنوان و نام پدیدآور
تهران: گنجور، ۱۳۹۹.	مشخصات نشر
۱۷۲ ص.	مشخصات ظاهری
۹۷۸-۶۲۲-۷۲۲۳-۶۸-۱	شابک
فیبا	وضعیت فهرست نویسی
بیومکانیک	موضوع
Biomechanics	موضوع
بیومکانیک--دستنامه‌های آزمایشگاهی	موضوع
Biomechanics--Laboratory manuals	موضوع
نخعی، کوروش، ۱۳۵۰-، گردآورنده	شناسه افزودنی
QP۳۰۳	رده بندی کنگره
۶۱۲/۷۶	رده بندی دیویی
۷۲۶۵۵۶	شماره کتابشناسی ملی

تکنیک‌ها و محاسبات آزمایشگاهی در بیومکانیک

■ گردآوری و تالیف: رسول عابدی لزگی بلاغی - دکتر کوروش نخعی

■ ناشر: گنجور

■ صفحه‌آرا: کرمی

■ طراح جلد: گنجور

■ سال و نوبت چاپ: ۱۳۹۹ - اول

■ شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه

■ مرکز پخش: ۰۹۱۸۳۷۷۵۳۳۴ - ۰۹۹۰۱۹۱۰۲۰۸

شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۷۲۲۳-۶۸-۱

بهاء: ۵۰۰۰ تومان

تلفن: ۰۹۱۲۰۶۱۷۲۸۳ - ۰۲۱۶۶۴۹۱۰۵۶

سایت انتشارات: www.ganjoorpub.ir



پیشگفتار..... ۷

فصل ۱: آنتروپومتري (اندام سنجی) < ۹

- ۱- آنتروپومتري (اندام سنجی)..... ۱۰
- ۱-۱- مقدمه‌ای بر آنتروپومتري..... ۱۰
- ۲-۱- طول اندام‌ها..... ۱۱
- ۳-۱- جرم و مرکز جرم اندام‌ها..... ۱۲
- ۴-۱- ممان اینرسی اندام‌ها..... ۱۸

فصل ۲: آنالیز حرکت < ۲۳

- ۱- آنالیز حرکت..... ۲۴
- ۱-۲- سیستم‌های آنالیز حرکت..... ۲۴
- ۱-۲-۱- دوربین‌ها و مارکرها..... ۲۴
- ۱-۲-۱-۱- تئوری سنجش..... ۲۹
- ۱-۲-۳- شتاب سنجها..... ۳۱
- ۱-۲-۴- سنسورهای انحراف پذیر..... ۳۴
- ۱-۲-۵- سنسورهای تکمیلی با اینرشیا..... ۳۸
- ۲-۲- محاسبات آنالیز حرکت..... ۴۰
- ۱-۲-۲- محاسبات سرعت و شتاب خط مارکرها..... ۴۱
- ۲-۲-۲- مدل‌سازی اسکلتی..... ۴۴
- ۳-۲-۲- محاسبات زاویه، سرعت زاویه‌ای و شتاب زاویه‌ای مفاصل..... ۴۶
- ۴-۲-۲- محاسبات نیروها و گشتاورهای مفاصل..... ۴۹

فصل ۳: نیروسنجی < ۵۷

- ۳- نیروسنجی..... ۵۸
- ۱-۳- صفحه نیرو..... ۵۸
- ۱-۱-۳- نحوه‌ی سنجش نیروها و مرکز فشار کف پا..... ۵۹
- ۲-۱-۳- کاربردهای صفحه نیرو در محاسبات دینامیکی..... ۶۲
- ۲-۳- دستگاه سنجش توزیع فشار کف پا..... ۶۷
- ۱-۲-۳- نحوه‌ی سنجش و نمایش توزیع فشار کف پا..... ۶۸

فصل ۳
نیروسنجی

- ۲-۲-۳- پارامترهای بالینی مربوط به توزیع فشار کف پا..... ۷۳
- ۳-۳- دینامومتر و کاربردهای آن..... ۷۶
- ۴-۳- نیروسنج‌ها و فشارسنج‌های تهاجمی..... ۷۸
- ۱-۴-۳- نیروسنجی تاندون و لیگامان..... ۷۹
- ۲-۴-۳- فشارسنجی دیسک بین مهره‌ای..... ۸۱

فصل ۴: سنجش فعالیت عضلات < ۸۳

- ۴- سنجش فعالیت عضلات..... ۸۴
- ۱-۴- الکترومایوگرافی..... ۸۷
- ۱-۱-۴- دستگاه و سنسورهای الکترومایوگرافی..... ۸۸
- ۱-۴- پردازش سیگنال الکترومایوگرافی..... ۹۶
- ۱-۱-۵- کاربردهای الکترومایوگرافی..... ۱۰۵
- ۱-۴- ارتباط الکترومایوگرافی با نیروی عضلات..... ۱۰۸

فصل ۵: مدل‌سازی اسکلتی-عضلانی در آزمایشگاه بیومکانیک < ۱۱۷

- ۵- مدل‌سازی اسکلتی-عضلانی در آزمایشگاه بیومکانیک..... ۱۱۸
- ۱-۵- ورودیهای مدل..... ۱۱۹
- ۲-۵- تحلیل مدل..... ۱۲۱
- ۳-۵- خروجیهای مدل..... ۱۲۴
- پیوست ۱: لغات تخصصی و کاربردی در علم بیومکانیک..... ۱۲۹
- پیوست ۲: برخی از آزمایش‌ها در آزمایشگاه بیومکانیک..... ۱۴۹
- آزمایش ۱: اندازه‌گیری و محاسبات آنتروپومتریک برای بدن..... ۱۴۹
- آزمایش ۲: آنالیز سینماتیک و سینتیک حرکت راه رفتن..... ۱۵۱
- آزمایش ۳: آنالیز حرکت پرش ارتفاع و مدل‌سازی اسکلتی-عضلانی آن..... ۱۵۶
- آزمایش ۴: بررسی ارتباط بین ناهنجاری انحرافی اندام تحتانی با توزیع فشار کف پا..... ۱۶۳
- منابع..... ۱۷۱

پیشگفتار

دنایای گسترده‌ی علم بیومکانیک در حال پیشرفت روزافزون است و کاربردهای آن در علوم مرتبط با مهندسی و پزشکی روز به روز وضوح بیشتری پیدا می‌کند. اهمیت فعالیت یک مهندس بیومکانیک در پیشگیری و جلوگیری از آسیب‌های اسکلتی-عضلانی و همچنین ارائه‌ی راهکارهایی برای درمان اینگونه آسیب‌ها بسیار زیاد می‌باشد. عبارتی دیگر در علوم مختلفی از قبیل ارگونومی، توانبخشی، فیزیوتراپی، کاردرمانی، ارتوپدی و... نقش یک مهندس بیومکانیک بسیار مهم و در برخی موارد حیاتی است. مهمترین وظایف مهندس بیومکانیک در پیشگیری و درمان ناهنجاری‌های اسکلتی-عضلانی به شرح موارد ذیل می‌باشد:

- پیش‌بینی و شبیه‌سازی رفتار یک سیستم حیاتی یا بیولوژیک به منظور جلوگیری از ایجاد آسیب و ناهنجاری در آن یا برنامه ریزی جهت بهبود و درمان آسیب
- تحلیل و طراحی سیستم‌های کمکی (از قبیل ارتز، پروتز، ایمپلنت، اگزواسکلتون و...) جهت رفع نقص یا عارضه در یک سیستم بیولوژیک
- طراحی سیستم‌ها یا مکانیزم‌ها، کمکی با الهام گرفتن از سیستم‌های بیولوژیک در طبیعت به منظور ایجاد سهولت و افزایش کیفیت در زندگی روزمره
- چند نمونه از زمینه‌ها و کاربردهای مرتبط با بیومکانیک حرکت و اسکلتی عضلانی:
- طراحی و ارائه‌ی ابزارهای کمکی به جهت کاهش تسکین درد مفاصل، تقویت عضلات، افزایش دامنه‌ی حرکتی مفاصل، جلوگیری از تشدید بدشکلی یا دفرمیتی مفصلی و اصلاح آن در توانبخشی و فیزیوتراپی
- طراحی، تحلیل، ساخت و ارزیابی وسایل کمکی ارتوپدی شامل ارتز، بریس، آتل، اگزواسکلتون، پروتز، ایمپلنت، اعضای مصنوعی و... در ارتوپدی فنی
- تحلیل روش‌های پاراکلینیکی و تصویربرداری از سیستم اسکلتی-عضلانی-مفصلی اعضای مختلف بدن، برای پایش وضعیت ناهنجاری و بهبود آن در کمک به تشخیص‌ها و درمان‌های ارائه شده توسط متخصصین و جراحان مرتبط



- ارزیابی کمی حرکات مختلف ورزشی در افراد و گروه‌های مختلف دسته بندی شده، با سیستم‌ها و تکنیک‌های آنالیز حرکت، شبیه‌سازی‌ها و محاسبات مربوط به مدلسازی اسکلتی-عضلانی-عصبی با کاربرد در حوزه علوم ورزشی و تربیت بدنی
- مدلسازی‌های ریاضی برای بیان کمی رفتار بیولوژیک بافت‌های اسکلتی-عصبی-عضلانی به جهت پیش بینی یک فرآیند بیولوژیک (اعم از طبیعی یا ناهنجار)، مانند نوسازی استخوان، فرآیند تولید نیرو و انقباض در عضله، مکانیزم روانسازی در غضروف مفصلی، نحوه انتقال نیرو در تاندون و لیگامان و...
- تحلیل اینژنومیک از منظر محاسبات بیومکانیکی در استفاده از ابزارهای مختلف روزمره در محیط منزل یا محل کار، و ارائه روش‌های پیشگیرانه از ناهنجاری‌ها و آسیب‌های مختلف اسکلتی-عضلانی در حوزه بیومکانیک شغلی
- طراحی، ساخت و بکارگیری ابزارهای مختلف سنجش پارامترهای سینماتیکی از قبیل زاویه، جابجایی، سرعت، شتاب، سرعت زاویه‌ای و... با کاربردهای مختلف آنالیز حرکت در شرایط مختلف زمانی و مکانی
- طراحی، ساخت و بکارگیری ابزارهای مختلف، سنجش پارامترهای سینماتیکی از قبیل نیرو، فشار، گشتاور، توان یا قدرت و... با کاربردهای مختلف از قبیل حرکات روزمره، ورزشی، توانبخشی و... در استفاده از ابزارهای کمکی مربوطه
- از پایه‌های مهم مباحث بیومکانیک، بحث تحلیل حرکات و محاسبات اسکلتی-عضلانی-مفصلی است که به منظور افزایش دقت یا صحت محاسبات در روش‌های دیگر، از تکنیک‌های مختلف آزمایشگاهی بهره گرفته می‌شود، هر چند به دلیل برخی محدودیت‌های تست‌های آزمایشگاهی روی بدن انسان، از مدلسازی ریاضی و محاسباتی نیز بعنوان روش‌های مکمل استفاده شده‌است. در کتاب حاضر نیز هدف، بررسی آزمایش‌ها و تست‌های مهم بیومکانیکی در زمینه‌های آنالیز سینماتیکی (موقعیت، زاویه، سرعت، شتاب و...) و سینتیکی (نیرو، گشتاور، فشار و...) بوده‌است که محاسبات مربوط به تست‌های مذکور نیز بررسی شده‌اند و به نوعی کاربرد آزمایشگاه بیومکانیک را در مدلسازی بیومکانیکی نشان می‌دهند.