

صلاة



دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی
گروه بیومکانیک ورزشی و حرکات اصلاحی
پایان نامه جهت اخذ مدرک کارشناسی ارشد

عنوان:

رابطه برخی پارامترهای بیومکانیکی اندام تحتانی با حداکثر ارتفاع
دستیابی در پرش عمودی

استاد راهنما:

دکتر حیدر صادقی

پژوهشگر:

محمد بخشی پور

شهریور ماه ۸۷

۱۳۸۷ / ۱۰ / ۲۱

کتابخانه
موسسه تربیت معلم
تهران

۱۰۶۲۴۶

«تقدیم به بهترین‌های زندگی»

دل من دیر زمانیدست که می‌پندارد
دوستی نیز گلیست
مثل نیلوفر و ناز
ساقه ترد و ظریفی دارد
بی گمان سنگ دل است آن که
روا می‌دارد
جان این ساقه نازک را
دانسته بیازارد.

خدایا! به من زیستن عطا کن که در
لحظه هرگ بر بی‌ثمرگی لحظه‌ای که
برای زیستن گذشته است حسرت نخورم و
مردنی عطا کن که بر بیهودگیش
سوگوار نباشم، خدایا! تو چگونه زیستن را
به من بیاموز، چگونه مردن را خود خواهم
آموخت.

((دکتر علی شریعتی))

"لم يشكر المخلوق لم يشكر الخالق"

تقدير و تشكر

لازم می‌دانم صمیمانه از زحمات و راهنمایی‌های مؤثر و راهگشای استاد خویش **جناب دکتر حیدر صادقی** تشکر و قدردانی نمایم. همچنین از جناب دکتر رجیبی و دکتر معمار که با مشغله فراوان، مسئولیت داوری پایان‌نامه را بر عهده گرفتند سپاسگزاری می‌نمایم.

از خواهران و برادران عزیز و تمام دوستان خوبم «خالقی، عباسی، سرشین، اکبری، سبزی، منتظر، ربیعی زاده، شریعت زاده، برهانی، غفاری، بیات، هادی، رستم‌خانی، نوروزی، علیرضایی، نقی‌نژاد، قیدی، شیخ صراف» که در این مقطع تحصیلی به رشد علمی و اجتماعی من کمک شایانی کرده‌اند تشکر می‌نمایم.

خلاصه تحقیق

از آنجایی که ارتفاع پرش عمودی تحت تاثیر متغیرهای آناتومی عملکردی، مکانیکی و فیزیولوژیکی قرار دارد، شناسایی این ویژگیها نقش تعیین کننده ای را در افزایش ارتفاع پرش عمودی به عنوان تست توان انفجاری پا ایفا می کنند. هدف از انجام مطالعه حاضر، بررسی ارتباط بین برخی پارامترهای بیومکانیکی تاثیر گذار اندام تحتانی با حداکثر ارتفاع دستیابی در حین پرش عمودی به صورت جفت پا و تک پا بود. ۲۸ نفر مرد ورزشکار با میانگین و انحراف استاندارد وزن، 72 ± 5 کیلوگرم، قد، 173 ± 7 سانتی متر و سن 24 ± 3 سال، به طور داوطلبانه در این تحقیق شرکت کردند. پارامترهای بیومکانیکی اندام تحتانی در مفاصل زانو و مچ پای برتر آزمودنیها توسط دستگاه ایزوکینتیک در سرعت های زاویه ای 60° و 180° درجه بر ثانیه و حداکثر پرش عمودی آزمودنیها به صورت جفت پا و تک پا با استفاده از دستگاه سارجنت اندازه گیری شد. برای تعیین رابطه بین متغیر ملاک و متغیرهای پیش بین (اوج گشتاور، زمان رسیدن به اوج گشتاور، زاویه دستیابی به اوج گشتاور، زمان شتاب گیری، توان متوسط و میزان توسعه اوج گشتاور) از آزمون ضریب همبستگی پیرسون و برای تعیین میزان واریانس تبیین شده متغیر ملاک در ارتباط با متغیرهای پیش بین در مفاصل زانو و مچ پا از رگرسیون چند متغیره در سطح معنی داری $\alpha \leq 0.05$ استفاده شد. نتایج بدست آمده در سطح $\alpha \leq 0.05$ رابطه معنی داری بین پارامترهای مفصل زانو در سرعت زاویه ای 60° درجه بر ثانیه به غیر از زاویه دستیابی به اوج گشتاور و در سرعت زاویه ای 180° درجه بر ثانیه به غیر از زمان رسیدن به اوج گشتاور، زاویه دستیابی به اوج گشتاور و میزان توسعه اوج گشتاور، با پرش عمودی جفت پا و تک پا را نشان داد. برای پرش عمودی جفت پا رابطه معنی داری بین پارامترهای مفصل مچ پا در سرعت های زاویه ای 60° و 180° درجه بر ثانیه به غیر از زاویه دستیابی به اوج گشتاور و میزان توسعه اوج گشتاور و با پرش عمودی تک پا، به غیر از زاویه دستیابی به اوج گشتاور و زمان شتاب گیری، در سطح $\alpha \leq 0.05$ مشاهده شد. همان طور که مشاهده می شود پارامترهای معنی دار (اوج گشتاور، توان متوسط، زمان رسیدن به اوج گشتاور) بیشتر از جنس توان هستند که با حرکت پرش عمودی به عنوان تست توان انفجاری پا همخوانی دارد. برای پرش عمودی جفت پا در سرعت زاویه ای 60° درجه بر ثانیه، میزان واریانس تبیین شده توسط مجموع پارامترهای مفصل زانو 0.765 و برای مجموع پارامترهای مفصل مچ پا 0.51 بدست آمد. برای پرش عمودی تک پا در سرعت زاویه ای 60° درجه بر ثانیه، میزان واریانس تبیین شده توسط مجموع پارامترهای مفصل زانو 0.45 و برای مجموع پارامترهای مفصل مچ پا 0.53 بدست آمد. برای پرش عمودی جفت پا، میزان واریانس تبیین شده توسط پارامترهای مفصل زانو بیشتر از مفصل مچ پا، در حالی که برای پرش عمودی تک پا، بر عکس می باشد. نتایج این تحقیق، اهمیت و نقش بیشتر مفصل زانو در اجرای پرش عمودی جفت پا و مفصل مچ پا را در اجرای پرش عمودی تک پا برجسته نمود.

واژه های کلیدی: پارامترهای بیومکانیکی، اندام تحتانی، پرش عمودی، ارتفاع دستیابی

فهرست مطالب

صفحه

فصل اول

۲	.....مقدمه
۲	.....بیان مسأله
۴	.....ضرورت و اهمیت تحقیق
۵	.....اهداف تحقیق
۵	.....هدف کلی
۵	.....اهداف اختصاصی
۶	.....فرضیات
۶	.....فرض کلی تحقیق
۶	.....فرضیات اختصاصی
۷	.....محدودیت‌های تحقیق
۸	.....تعریف واژه‌ها

فصل دوم

۱۰	.....مقدمه
۱۰	.....خصوصیات واحد عضلانی - وتري
۱۰	.....انواع انقباضات عضلانی
۱۱	.....انقباض درونگرا
۱۱	.....انقباض برونگرا
۱۱	.....انقباض هم طول
۱۲	.....انقباض ایزوکیتیک
۱۲	.....تقسیم بندی عضلات
۱۲	.....عضلات یک مفصله
۱۲	.....عضلات دو یا چند مفصله
۱۳	.....معایب عضلات چند مفصله

۱۳	.....	ناکارآمدی فعال
۱۳	.....	ناکارآمدی غیر فعال
۱۴	.....	مزیت مکانیکی در عضلات چند مفصله
۱۴	.....	عوامل تاثیر گذار بر تولید تنش
۱۵	.....	رابطه طول - تنش در یک واحد عضلانی - وتری
۱۸	.....	رابطه نیرو - سرعت در یک واحد عضلانی - وتری
۲۰	.....	چرخه کشش - کوتاه شدن
۲۲	.....	مولفه های نیروی عضلات
۲۳	.....	تاثیر زاویه مفصل در مولفه های نیروی عضلات
۲۴	.....	تاثیر نیرو بر روی استخوان در ایجاد گشتاور
۲۵	.....	اندازه گیری نیرو
۲۵	.....	اندازه گیری نیروهای داخلی
۲۷	.....	دینامومترهای هم سرعت
۳۱	.....	توان عضلانی
۳۲	.....	ارزیابی توان
۳۳	.....	تجزیه و تحلیل عضلات درگیر در حرکت باز شدن زانو
۳۴	.....	تجزیه و تحلیل عضلات درگیر در حرکت پلانتر فلکشن مچ پا
۳۵	.....	مروری بر تحقیقات انجام شده
۳۵	.....	پژوهش های داخلی
۳۶	.....	پژوهش های خارجی
		فصل سوم
۴۲	.....	جامعه آماری و نمونه تحقیق، روش و نحوه گزینش نمونه ها
۴۲	.....	متغیرهای تحقیق
۴۲	.....	متغیرهای پیش بین
۴۲	.....	متغیر ملاک
۴۳	.....	ابزار جمع آوری داده ها

۴۳	..... روش جمع آوری داده ها
۴۸	..... روش تجزیه و تحلیل آماری
	فصل چهارم
۵۰	..... مقدمه
۵۰	..... نتایج تحقیق
	فصل پنجم
۶۴	..... مقدمه
۶۴	..... خلاصه تحقیق
۶۶	..... بحث و بررسی
۷۰	..... نتیجه گیری کلی
۷۱	..... پیشنهادهای برخاسته از تحقیق
۷۱	..... پیشنهادهای پژوهشی
۷۳	..... منابع و مأخذ
۷۹	..... پیوست
۸۰	..... فرم رضایت نامه

صفحه	فهرست جداول
۳۲	جدول ۱-۲: هنجار پرش عمودی (سانتی متر) در دانشجویان ورزشکار.....
۳۳	جدول ۲-۲: هنجار آزمون مارگاریا- کالامن (کیلوگرم در متر در ثانیه) در مردان.....
۴۰	جدول ۱-۴: میانگین و انحراف استاندارد اوج گشتاور، زمان رسیدن به اوج گشتاور، زاویه دستیابی به اوج گشتاور، زمان شتاب‌گیری، توان متوسط و میزان توسعه اوج گشتاور بازکننده های مفصل زانو و میچ پا در سرعت های زاویه ای ۶۰ و ۱۸۰ درجه بر ثانیه.....
۵۰	جدول ۲-۴: ضریب همبستگی بین متغیرهای ملاک و پیش بین در مفاصل زانو و میچ پا در سرعت های زاویه ای ۶۰ و ۱۸۰ درجه بر ثانیه.....
۵۲	جدول ۳-۴: میزان واریانس تبیین شده متغیر ملاک در ارتباط با متغیرهای پیش بین.....

فهرست تصاویر

صفحه

- تصویر ۱-۲: انواع انقباضات عضلانی..... ۱۲
- تصویر ۲-۲: ناکارآمدی غیرفعال عضلات چند مفصله..... ۱۳
- تصویر ۳-۲: رابطه طول- تنش در واحد عضلانی-وتری..... ۱۸
- تصویر ۴-۲: رابطه نیرو- سرعت در واحد عضلانی- وتری..... ۲۰
- تصویر ۵-۲: مولفه های نیروی عضلات..... ۲۳
- تصویر ۶-۲: مولفه های نیروی عضلات..... ۲۴
- تصویر ۷-۲: مبدل قلاب مانند..... ۲۶
- تصویر ۸-۲: آزمودنی روی دستگاه ایزوکیتیک..... ۲۸
- تصویر ۹-۲: حداکثر گشتاور مفصل بر علیه صفحه بالشتک..... ۲۹
- تصویر ۱۰-۲: حداکثر گشتاور هم طول..... ۲۹
- تصویر ۱-۳: وضعیت آزمودنی روی دستگاه ایزوکیتیک برای اندازه گیری پارامترهای بیومکانیکی بازکننده های مفصل زانو..... ۴۵
- تصویر ۲-۳: وضعیت آزمودنی روی دستگاه ایزوکیتیک بایودکس برای اندازه گیری پارامترهای بیومکانیکی بازکننده های مفصل مچ پا..... ۴۶
- تصویر ۳-۳: نحوه محاسبه حداکثر ارتفاع پرش عمودی آزمودنی..... ۴۷

فصل اول

طرح تحقیق

مقدمه:

در ۵۰ سال گذشته، افزایش قدرت عضلانی برای اجرای بهتر مهارت های ورزشی موضوع مورد توجه بوده که در خصوص آن تحقیقات بسیاری به عمل آمده است، اما در زمینه توسعه توان انفجاری و تاثیر آن در عملکرد ورزشی اطلاعات کمتری در دست است. با توجه به اهمیت دستیابی به حداکثر ارتفاع در مهارت پرش عمودی به عنوان تست توان انفجاری و مکانیزم تداوم در دستیابی و نگهداری حداکثر ارتفاع در طول فعالیت های ورزشی چون والیبال، بسکتبال و هندبال، توجه محققان به شناسایی و مطالعه متغیرهای تاثیر گذار بر ارتفاع پرش عمودی از جنبه های متفاوتی معطوف شده است. از آنجایی که ارتفاع پرش عمودی تحت تاثیر متغیرهای آناتومی عملکردی (عضلات، مفاصل، استخوانها و سیستم عصبی)، مکانیک (قوانین فیزیکی حاکم بر آناتومی عملکردی) و فیزیولوژیکی (تار عضله) قرار دارد، شناسایی این ویژگیها نقش تعیین کننده ای را در افزایش ارتفاع پرش عمودی به عنوان تست توان انفجاری پایداری می کنند (۲،۴،۶،۱۰). در این تحقیق، در نظر است تا با توجه به محدود بودن مطالعات انجام شده در بررسی تاثیر پارامترهای مختلف بیومکانیکی موثر اندام تحتانی در اجرای بهینه پرش عمودی، رابطه بین برخی از پارامترها را در دستیابی به حداکثر ارتفاع پرش عمودی مورد مطالعه قرار دهد.

بیان مسئله:

از آنجایی که ارتفاع پرش عمودی به فرآیندهای فیزیولوژیکی سیستم های عصبی - عضلانی و پارامترهای کینماتیکی و وابسته می باشد (۲۳،۳۱،۳۸،۴۲،۵۹)، بررسی عوامل تاثیر گذار در اجرای بهینه پرش عمودی که به عنوان حرکت عمودی مرکز ثقل در فضا به واسطه اعمال

نیرو در زمان تماس با زمین تعریف می‌گردد (۴۲،۴۵،۵۹) و در اجرای مهارتهایی چون والیبال و بسکتبال که دستیابی به ارتفاع بیشتر بر میزان موفقیت تاثیر گذار است، مورد توجه محققان قرار گرفته است.

اجرای بهینه پرش عمودی به عنوان یک حرکت توانی، تحت تاثیر پارامترهای بیومکانیکی تاثیرگذار در اندام تحتانی مانند اوج گشتاور^۱ (PT) و زمان رسیدن به اوج گشتاور^۲ (TTPT) قرار دارد (۳۰،۴۴). از همین رو اجرای ضعیف و ناموفق پرش عمودی را می‌توان در اختلال، ضعف و عدم هماهنگی بین پارامترهای بیومکانیکی ذکر شده جستجو نمود (۳۰،۳۱).

تحقیقات انجام شده به منظور درک بهتر تکنیک پرش عمودی و تعیین عوامل و مفاصل موثر در اجرای بهینه آن، اکثراً به بررسی نقش PT در مفصل زانو پرداخته و نتایج درباره نقش سایر پارامترها و سایر مفاصل به طور جامع مورد مطالعه قرار نگرفته است (۳۰،۴۴،۶۴). ضمن اینکه نتایج گزارش شده در برخی از مطالعات قبلی متناقض می‌باشد. به عنوان مثال، ویکلندر و لایشولم^۳ (۱۹۸۷) رابطه معنی داری بین PT عضلات بازکننده مفصل زانو در سرعت ۱۸۰ درجه بر ثانیه و ارتفاع پرش عمودی گزارش نمودند اما در تحقیق دستاسو و همکاران^۴ (۱۹۹۷)، پارامتر PT عضلات بازکننده مفصل زانو، پیش بینی کننده ضعیفی برای ارتفاع پرش عمودی بود. با فرض تاثیر گذار بودن پارامترهایی چون PT، TTPT، زاویه دستیابی به اوج گشتاور^۵ (ATPT)، زمان شتاب گیری^۶ (AT)، توان متوسط^۷ (AP) و میزان توسعه اوج گشتاور^۸ (ROPTD) در شناخت مناسب‌تر مهارت پرش عمودی، در این تحقیق

1. Peak Torque (PT)
2. Time To Peak Torque (TTPT)
3. Wiklander & Lysholm
4. Destaso et al.
5. Angle To Peak Torque (ATPT)
6. Acceleration Time (AT)
7. Average Power (AP)
8. Rate Of Peak Torque Development (ROPTD)

ارتباط بین برخی پارامترهای بیومکانیکی تاثیرگذار اندام تحتانی با حداکثر ارتفاع دستیابی در پرش عمودی مورد مطالعه قرار خواهد گرفت.

ضرورت و اهمیت تحقیق:

از دلایلی که موجب شده ورزشکاران نتوانند در رشته‌های ورزشی خاص به حداکثر قابلیت خود در پرش عمودی برسند، می‌توان به عدم توجه به عوامل تاثیرگذار بر پرش عمودی، یا توجه بیش از حد بر جنبه‌های خاصی از مهارت اشاره کرد (۶،۷). عدم آگاهی از تکنیک‌های صحیح در حرکت پرش و همچنین عدم بکارگیری حرکت‌های مناسب تمرینی برای تقویت عضلات درگیر در پرش و یا استفاده از روش‌های تمرینی معمولی، تکراری و بسیار خسته کننده بدون در نظر گرفتن ویژگی‌های فیزیولوژیکی و فاکتورهای بیومکانیکی تاثیرگذار در آن رشته ورزشی خاص، از جمله مواردی است که موجب تمرین زدگی، پایین آمدن سن قهرمانی، آسیب دیدگی‌های مکرر و همچنین عدم موفقیت ورزشکار در سطوح مختلف رقابتی شده است (۲،۷).

با توجه به نقش مفاصل و پارامترهای بیومکانیکی مختلف در اجرای بهینه انواع پرش‌ها، تحقیقات بیومکانیکی به منظور شناسایی پارامترهای موثر مانند PT از جنبه‌های گوناگون صورت گرفته است. به عنوان مثال، دوپلینگ و واموس^۱ (۱۹۹۳) در تحقیقی که با استفاده از صفحه نیرو انجام شد، پارامتر PT در مفاصل اندام تحتانی را به عنوان یک پیش‌بینی کننده عالی برای ارتفاع پرش عمودی گزارش نمودند. در تحقیقی دیگر ویکلندر و لایشولم^۲ (۱۹۸۷) با استفاده از دستگاه ایزوکینتیک، رابطه معنی داری بین PT عضلات بازکننده مفصل زانو در

1. Dowling & Vamos

2. Wiklander & Lysholm

سرعت ۱۸۰ درجه بر ثانیه و ارتفاع پرش عمودی گزارش نمودند. با مروری بر مطالعات مشاهده می شود که بیشتر مطالعات به بررسی نقش پارامترهای بیومکانیکی مفصل زانو در ارتفاع پرش عمودی پرداخته اند و نقش مجموع مفاصل و عوامل تاثیر گذار به صورت جامع مورد بررسی و مقایسه قرار نگرفته است. مطالعه رابطه مفاصل و عوامل بیومکانیکی دیگری چون AP, ROPTD, AT, ATPT ضمن دستیابی به شناخت جامع تر از مکانیزم اجرای مهارت، می تواند در بازسازی و اصلاح شیوه های تمرینی گذشته و یا طراحی شیوه های تمرینی جدید موثر واقع شود.

اهداف تحقیق:

هدف کلی:

رابطه بین برخی پارامترهای بیومکانیکی تاثیر گذار اندام تحتانی با حداکثر ارتفاع دستیابی در حین پرش عمودی به صورت جفت پا و تک پا.

اهداف اختصاصی:

ارتباط بین ارتفاع پرش عمودی به صورت جفت پا و تک پا با:

- ۱- اوج گشتاور (PT) بازکننده های زانو و مچ پا در سرعت های ۶۰ و ۱۸۰ درجه بر ثانیه،
- ۲- زمان رسیدن به اوج گشتاور (TTPT) بازکننده های زانو و مچ پا در سرعت های ۶۰ و ۱۸۰ درجه بر ثانیه،
- ۳- زاویه دستیابی به اوج گشتاور (ATPT) بازکننده های زانو و مچ پا در سرعت های ۶۰ و ۱۸۰ درجه بر ثانیه،
- ۴- توان متوسط (AP) بازکننده های زانو و مچ پا در سرعت های ۶۰ و ۱۸۰ درجه بر ثانیه،

۵- زمان شتاب گیری (AT) بازکننده‌های زانو و مچ پا در سرعت های ۶۰ و ۱۸۰ درجه بر ثانیه،

۶- میزان توسعه‌ی اوج گشتاور (ROPTD) بازکننده‌های زانو و مچ پا در سرعت های ۶۰ و ۱۸۰ درجه بر ثانیه،

۷- رابطه همه پارامترها (PT, TTPT, ATPT, AT, AP, ROPTD) در دستیابی به حداکثر ارتفاع دستیابی در سرعت های ۶۰ و ۱۸۰ درجه بر ثانیه.

فرضیه‌های تحقیق:

فرض کلی:

پارامترهای مختلف بیومکانیکی تاثیر گذار اندام تحتانی با دستیابی به حداکثر ارتفاع پرش عمودی به صورت جفت پا و تک پا رابطه دارند.

فرضیات اختصاصی:

۱- اوج گشتاور بازکننده‌های زانو و مچ پا در سرعت های ۶۰ و ۱۸۰ درجه بر ثانیه، با

دستیابی به حداکثر ارتفاع پرش عمودی به صورت جفت پا و تک پا رابطه دارد.

۲- زمان رسیدن به اوج گشتاور بازکننده‌های زانو و مچ پا در سرعت های ۶۰ و ۱۸۰ درجه

بر ثانیه، با دستیابی به حداکثر ارتفاع پرش عمودی به صورت جفت پا و تک پا رابطه دارد.

۳- زاویه دستیابی به اوج گشتاور بازکننده‌های زانو و مچ پا در سرعت های ۶۰ و ۱۸۰

درجه بر ثانیه، با دستیابی به حداکثر ارتفاع پرش عمودی به صورت جفت پا و تک پا رابطه

دارد.

- ۴- توان متوسط بازکننده‌های زانو و میچ پا در سرعت های ۶۰ و ۱۸۰ درجه بر ثانیه، با دستیابی به حداکثر ارتفاع پرش عمودی به صورت جفت پا و تک پا رابطه دارد.
- ۵- زمان شتاب گیری در سرعت های ۶۰ و ۱۸۰ درجه بر ثانیه، با دستیابی به حداکثر ارتفاع پرش عمودی به صورت جفت پا و تک پا رابطه دارد.
- ۶- میزان توسعه‌ی اوج گشتاور بازکننده‌های زانو و میچ پا در سرعت های ۶۰ و ۱۸۰ درجه بر ثانیه، با دستیابی به حداکثر ارتفاع پرش عمودی به صورت جفت پا و تک پا رابطه دارد.
- ۷- پارامترهای مختلف بیومکانیکی تاثیر گذار در اندام تحتانی چون PT, TTPT, ATPT, AT, AP, ROPTD در سرعت های ۶۰ و ۱۸۰ درجه بر ثانیه، با دستیابی به حداکثر ارتفاع پرش عمودی به صورت جفت پا و تک پا رابطه دارند.

محدودیت های تحقیق:

الف) محدودیت های محقق خواسته:

- جنس آزمودنی ها(مردان سالم).
- کنترل فعالیت های آزمودنی ها در فاصله(۷۲ساعت) قبل از اجرای تست.

ب) محدودیت های غیر قابل کنترل:

- وجود تفاوت های وراثتی و آناتومیکی.
- یکسان نبودن نحوه استراحت و نیز سطح آمادگی افراد شرکت کننده.
- تاثیر فعالیت بدنی گزارش نشده آزمودنی ها قبل از اجرای آزمون.
- عدم ثبت میزان اضطراب و انگیزه آزمودنی ها.

- تاثیر بیماری های گزارش نشده از سوی آزمودنی ها.
- تاثیر داروهای مصرفی احتمالی که از سوی آزمودنی ها گزارش نشده باشد.

تعریف واژه های کلیدی:

پارامترهای بیومکانیکی:

پارامتر های کینتیکی (توجه به علت حرکت) و کینماتیکی (بدون توجه به علت حرکت) که بر چگونگی اجرای مهارت های ورزشی تاثیر می گذارند (۱).

اندام تحتانی:

جزء ضمیمه ای بدن انسان که شامل لگن، ران، ساق و پا می باشد و وظیفه انتقال وزن بدن را از نقطه ای به نقطه دیگر (حرکت) و حفظ تعادل (کنترل و تعادل در زمان حرکت) را بر عهده دارد (۳).

پرش عمودی:

اوج گرفتن بدن در جهت عمودی که با اعمال نیرو بر سطح اتکا به طوری که مرکز ثقل به سمت بالا شتاب می گیرد، انجام می شود (۴۲، ۴۵، ۵۹).

ارتفاع دستیابی:

حداکثر ارتفاع پرش عمودی که تحت تاثیر متغیرهای آناتومی عملکردی (عضلات، مفاصل، استخوانها و سیستم عصبی)، مکانیک (قوانین فیزیکی حاکم بر آناتومی عملکردی) و فیزیولوژیکی (تار عضله) قرار دارد (۴، ۶، ۱۰، ۵۹).

فصل دوم

مبانی نظری و پیشینه

تحقیق