

BIOMECHANICS





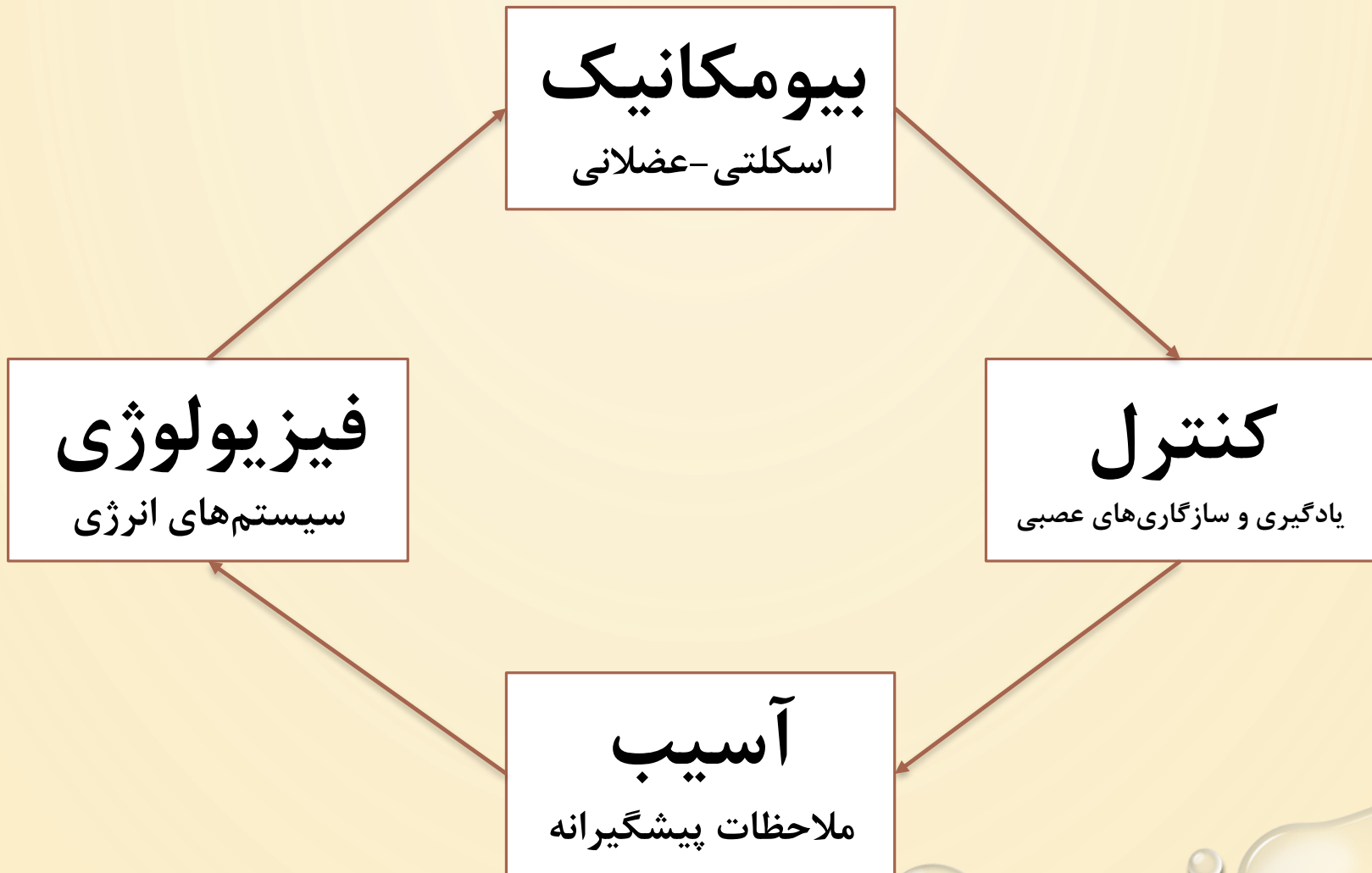


بیومکانیک تمرینات مقاومتی

مدرس: مجتبیٰ عشرستاقی

دی ۱۴۰۰

رویکرد بین رشته‌ای



رویکرد بین رشته‌ای

بیومکانیک

مدلسازی و فازبندی
تحلیل کیفی و کمی
قانون دوم نیوتن
معادلات حرکت
اصل ضربه-تکانه
اصل کار-انرژی
انواع انقباضات و SSC
خواص بیومکانیکی
رابطه نیرو-طول
رابطه نیرو-سرعت
اصل اندازه
فراخوانی و نرخ آتش

کنترل

تصمیم‌گیری
یادگیری
تمرکز
توجه
کنترل حرکت
هماهنگی
تعاملات گروهی
...

آسیب

عوامل خطرزا
غربالگری
سناریوهای آسیب
مکانیزم‌های آسیب
حد تحمل ساختارها
ملاحظات تمرین
تمرینات اصلاحی
...

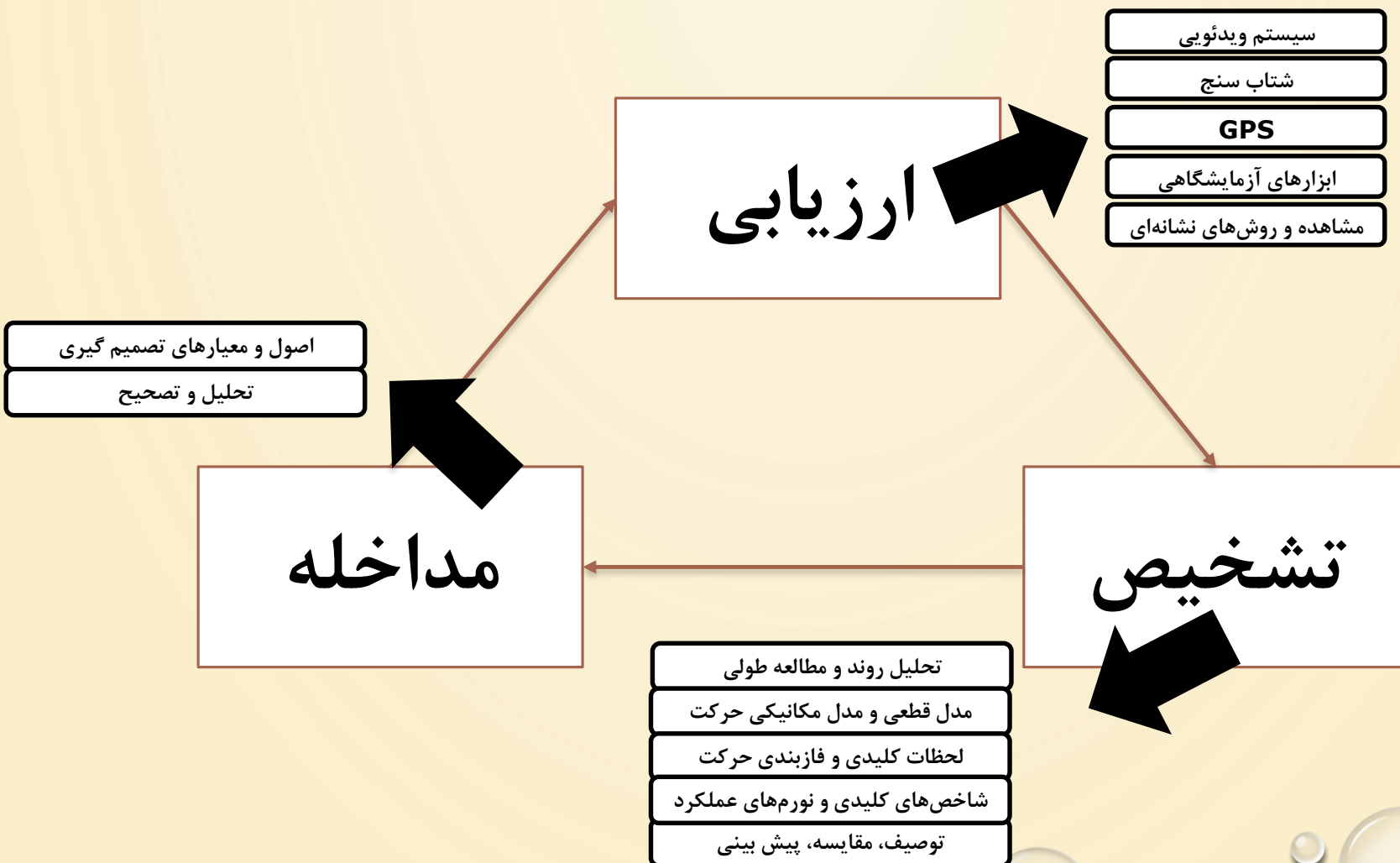
فیزیولوژی

سیستم‌های انرژی
اصول طراحی تمرین
زمانبندی
حجم تمرین
شدت تمرین
فواصل استراحت
اصل تنوع
اصل ویژگی
...

نگاه بیومکانیکی به مساله

ابزار اندازه گیری	طبقه بندی تکلیف	طبقه بندی بیومکانیکی	مدل مکانیکی	طبقه بندی مکانیکی	سطح	طبقه بندی متغیرها
سیستم آنالیز حرکت ویدئویی	تکلیف عمومی (راه رفتن، دویدن، فرود ...)	لوکال، گلوبال	ذره	استاتیک، دینامیک	کل بدن	ساختار بدن
سیستم آنالیز حرکت آنالین	تکلیف ویژه	استراکچرال، فانکشنال	جسم صلب	کینماتیک، کینتیک	عضو چند مفصله	قابلیت های حرکتی
فورس پلیت	فازهای تکلیف	زنجیره باز، زنجیره بسته	جسم شکل پذیر		مفصل	متغیرهای مکانیکی (پایه و ترکیبی)
شتاب سنج، ایزو کینتیک			مکانیزم		عضله	متغیرهای بیومکانیکی (مبهم)
دینامومتر، الکترومیوگرافی						

چرخه ارزیابی، تشخیص، مداخله در بیومکانیک



برنامه ارزیابی، تشخیص، مداخله در بیومکانیک

مرحله اول (ارزیابی ویژه)	مرحله دوم (تشخیص ویژه)	مرحله سوم (ارزیابی عمومی)	مرحله چهارم (تشخیص عمومی)	مرحله چهارم (مداخله)	مرحله پنجم (ارزیابی مجدد)
اجرای تکلیف ویژه گلوبال، فانکشنال و زنجیره بسته	فازبندی حرکت	اجرای حرکات لوکال، استراکچرال و زنجیره باز	مرور پیشینه	پیشنهاد تمرین	ارزیابی عمومی
یک ضرب و دوضرب	مقایسه با الگوهای برتر	آزمون فازهای معیوب	متغیرهای کلیدی	مداخله در قدرت	ارزیابی ویژه
ارزیابی بصری مربی	بررسی تغییرپذیری	آزمون بخش‌های معیوب	مقادیر نرمال متغیرها	مداخله در انعطاف	
دوربین، فورس پلیت، EMG	تحلیل رگرسیونی درون آزمودنی	آزمون تکالیف عمومی	تعیین جایگاه ورزشکار	مداخله در بالانس	
استخراج متغیرهای عملکرد کوئوردینیشن، بالانس، الگوی حرکتی ...	تشخیص نقاط قوت و ضعف ورزشکار	ارزیابی مربی	تشخیص نقاط ضعف	مداخله تکنیکی	
		استخراج متغیرهای پایه و ترکیبی		مداخله در حس عمقی	
				مداخله در خواص مکانیکی	

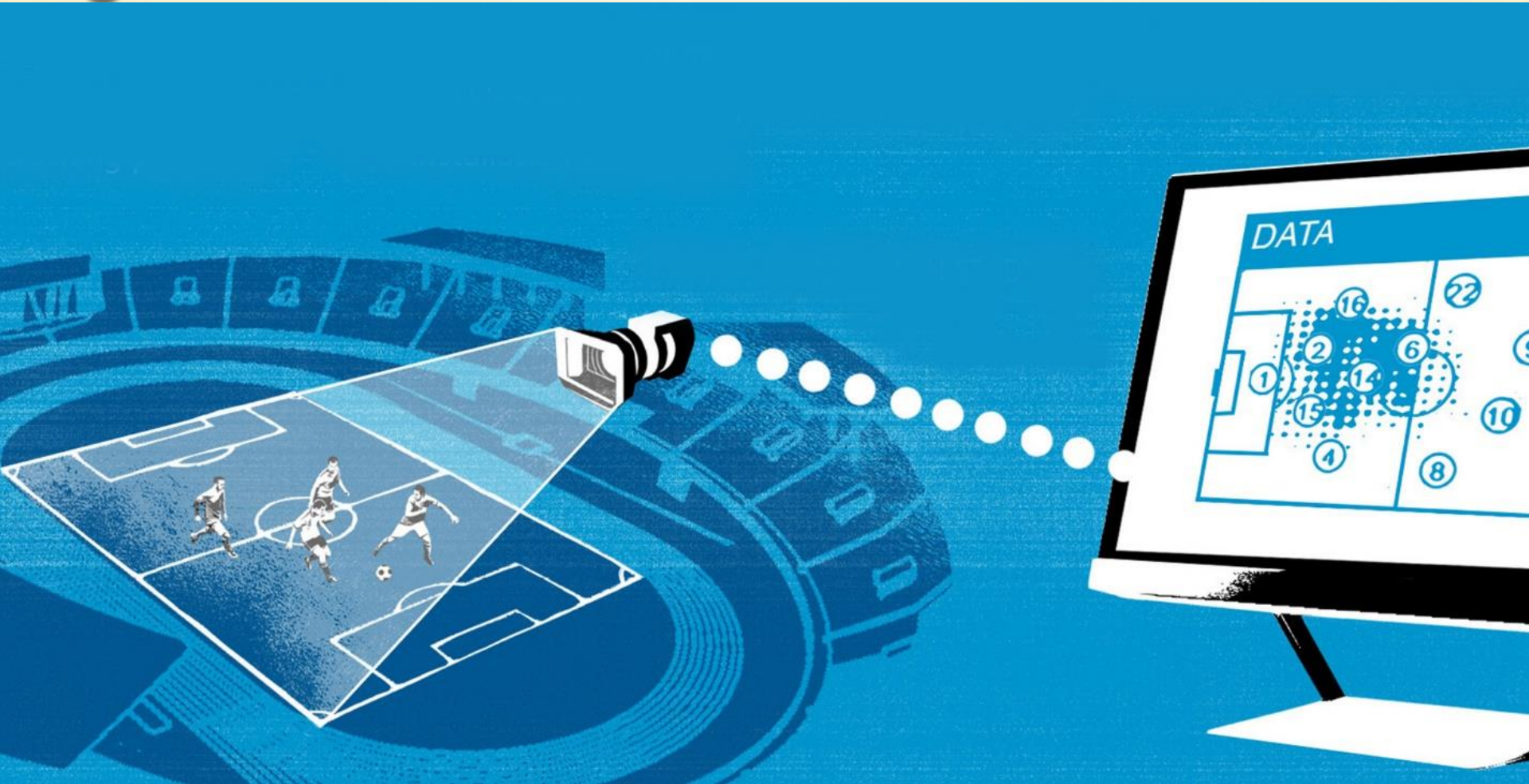
انواع متغیرها در بیومکانیک

دیمانسیون	نام متغیر	نوع متغیر
F	نیرو	پایه
L	طول	
T	زمان	
LT ⁻¹	سرعت	ترکیبی
LT ⁻²	شتاب	
FLT ⁻¹	توان	
FL	گشتاور	
FL ⁻¹	سفتی	
FT	ضربه	
FT	تکانه	
؟	تعادل	مبهم
؟	ثبات	
؟	هماهنگی	
؟	تکنیک	
؟	تغییرپذیری	
؟	حس عمقی	
؟	خستگی	
؟	چابکی	
؟	سرعت عکس العمل	
؟	زمانبندی	
؟	آنتروپومتری	
؟	رشد و آومتری	
؟	نوع تار	

اصول و روش‌های جمع آوری داده



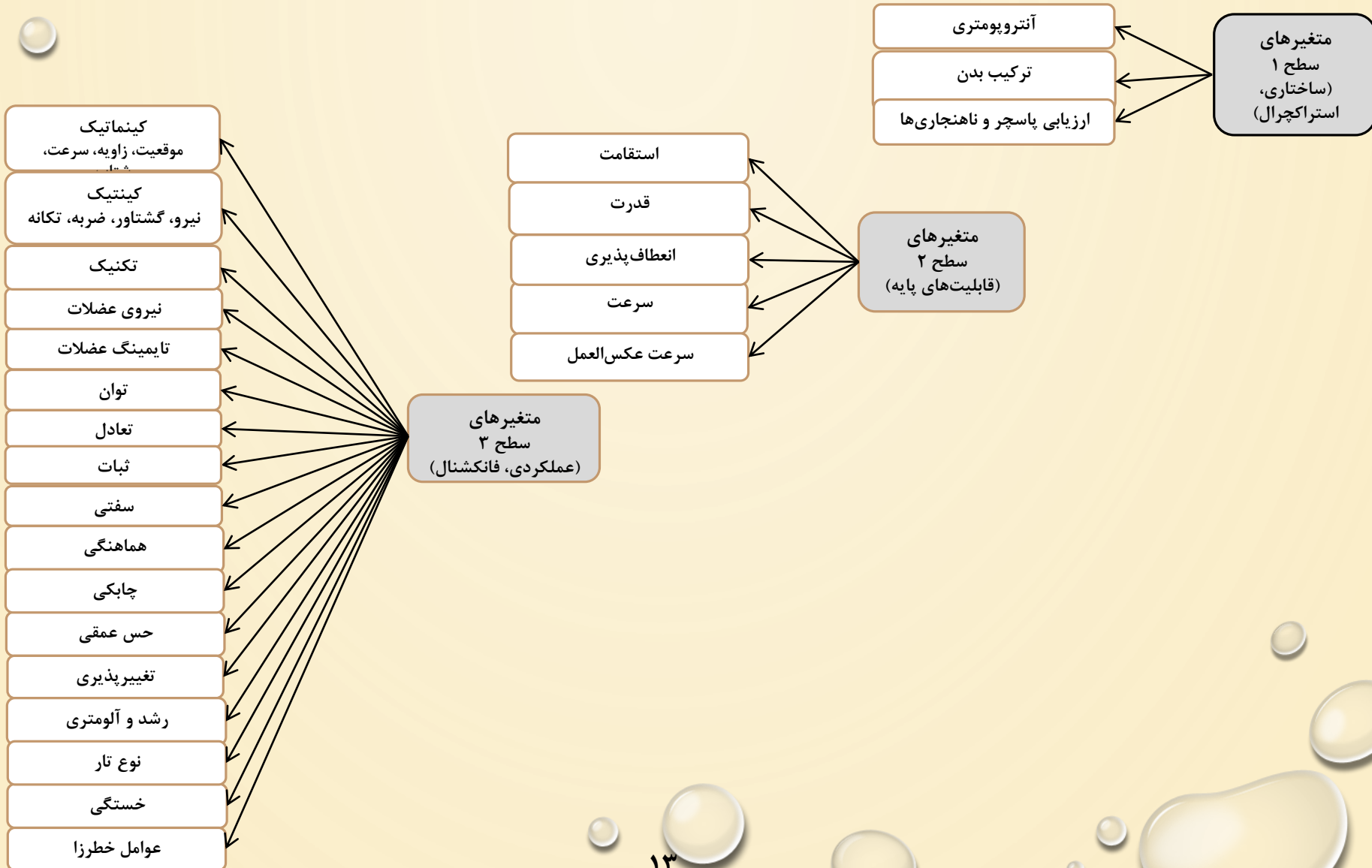
اصول و روش‌های جمع‌آوری داده



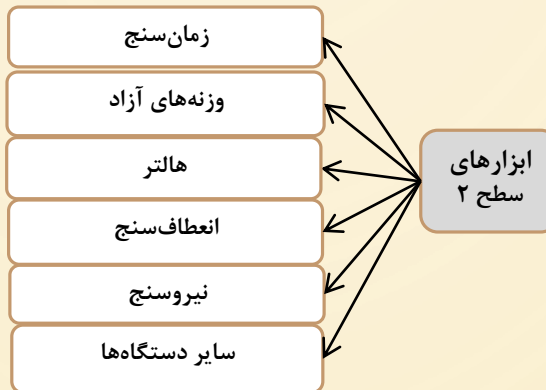
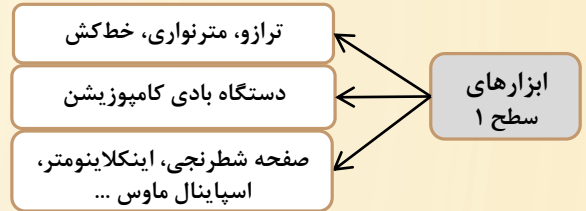
اصول و روش‌های جمع آوری داده



سطح بندی متغیرها



سطح بندی ابزارهای سنجش



سطح بندی تکالیف و آزمون‌ها

تسک‌های
سطح ۱



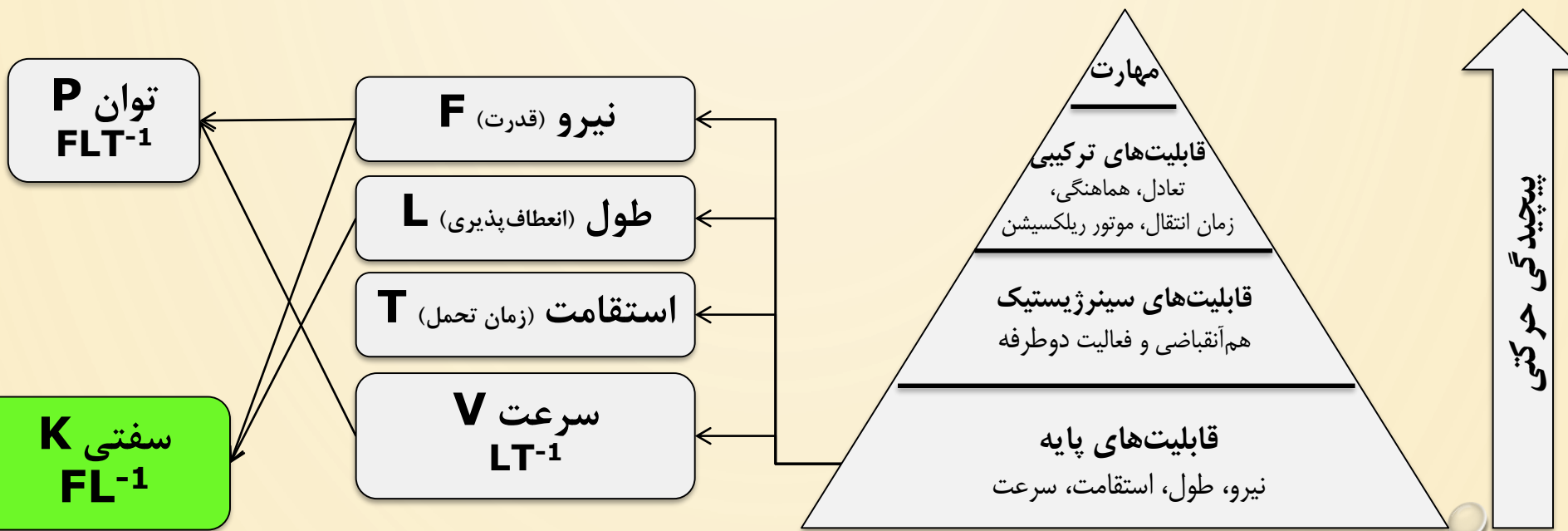
تسک‌های
سطح ۲

- دوی ۲۴۰۰ متر
- پرش سارجنت
- درازنشست، شنای سوئدی، بارفیکس
- آزمون‌های یک تکرار بیشینه
پرش سینه، اسکات
- دوی سرعت ۴۰ متر
- آزمون انعطاف
- آزمون عکس‌العمل

تسک‌های
سطح ۳

- ایستادن
- راه رفتن
حمل بار، راهپیمایی طولانی
- رژه
- دوی سرعت
- پرش
- فرود
- تست چابکی
- تست تغییرمسیر
- تست مک‌گیل
- تست بازسازی زاویه مفصل
- حرکات ویژه ورزشی

رابطه متغیرهای پایه و ترکیبی



خدایگان توانایی‌های بدنی در طبیعت



استقامت



انعطاف پذیری



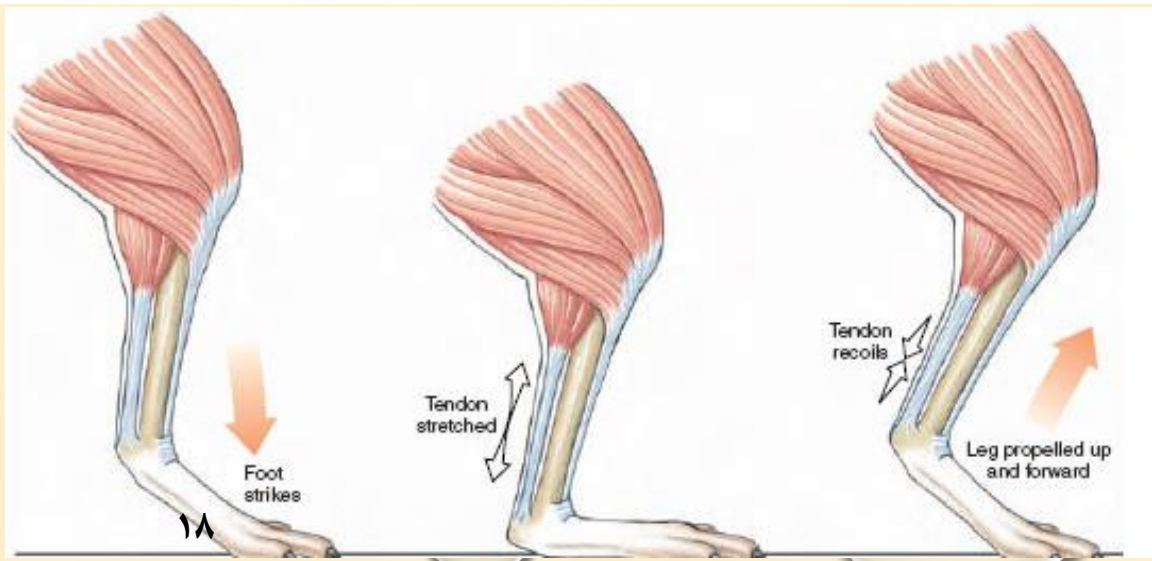
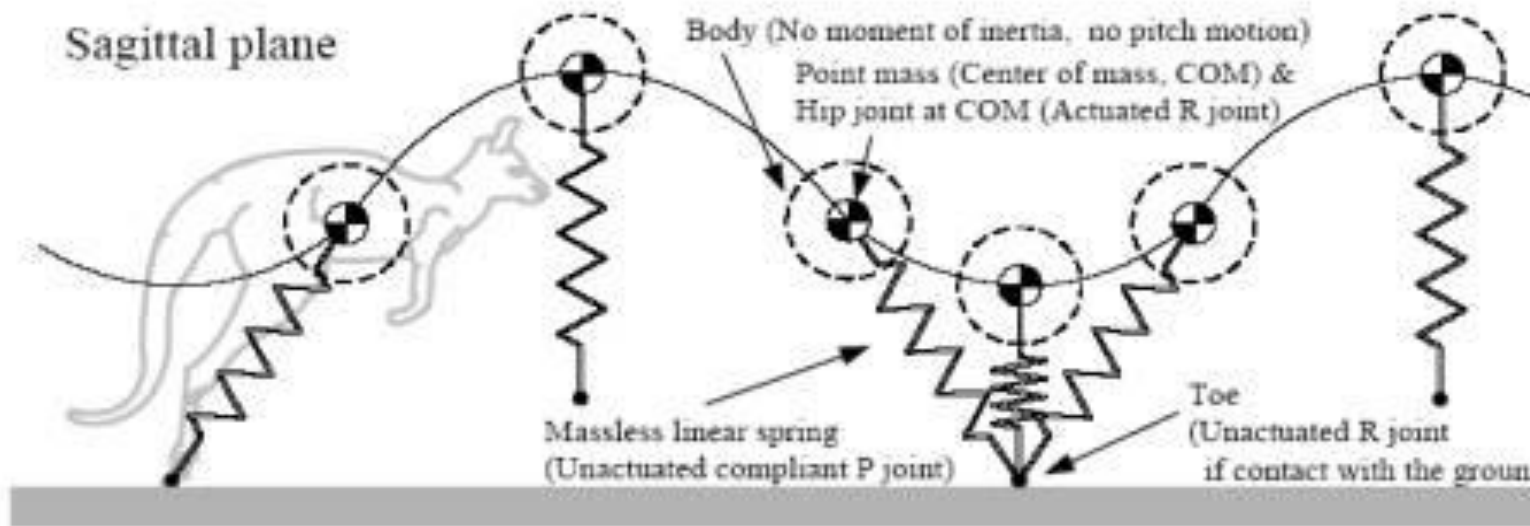
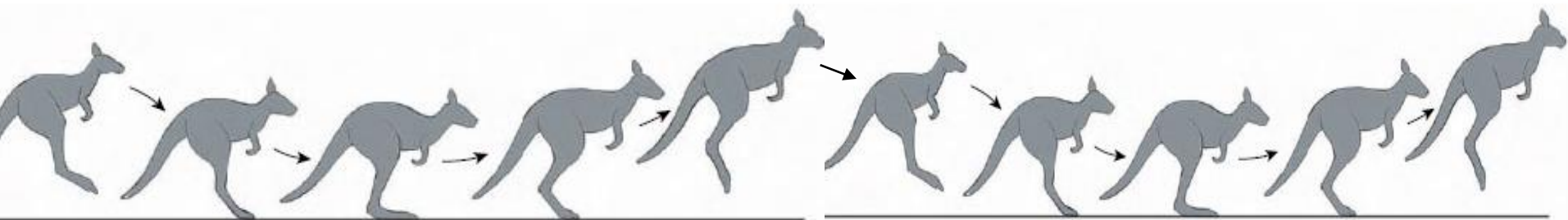
قدرت



سفتی

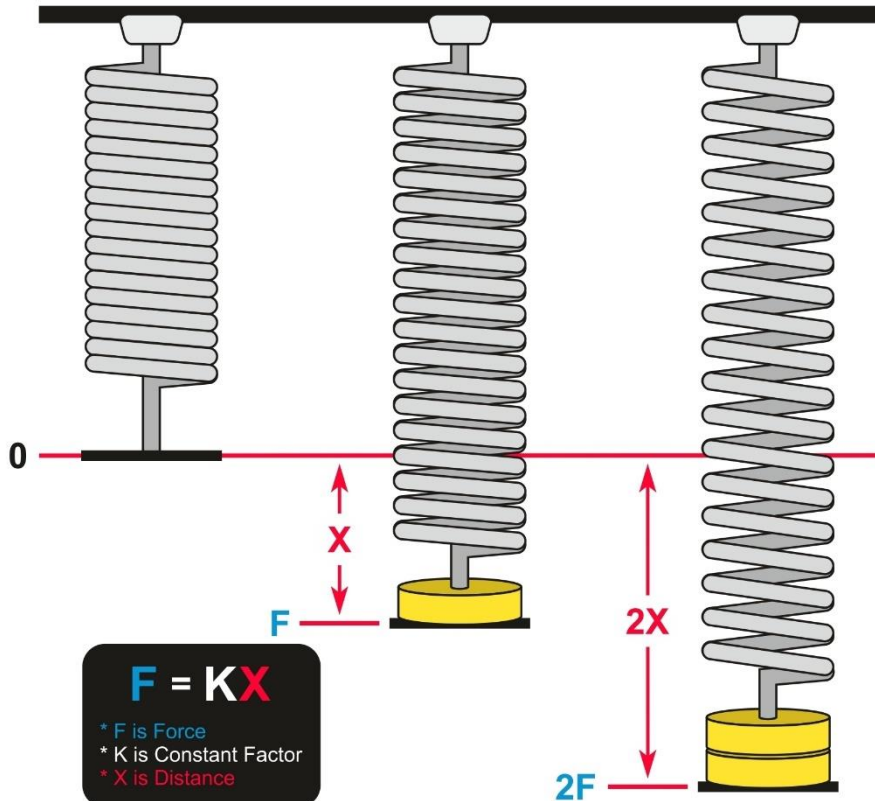


سرعت



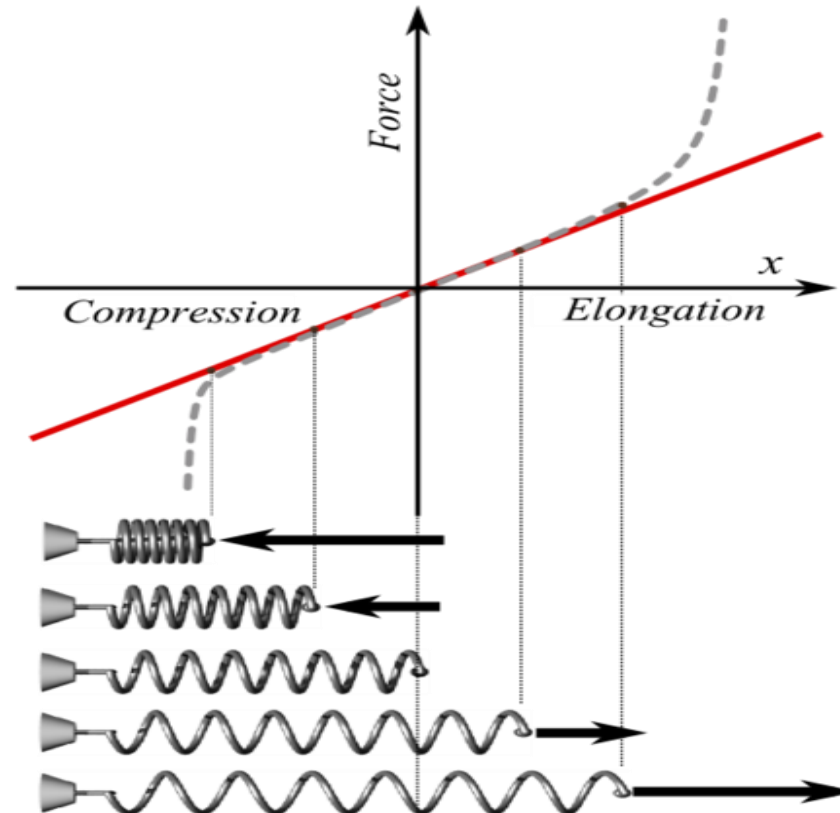
محاسبات سفتی فنر

Hooke's Law



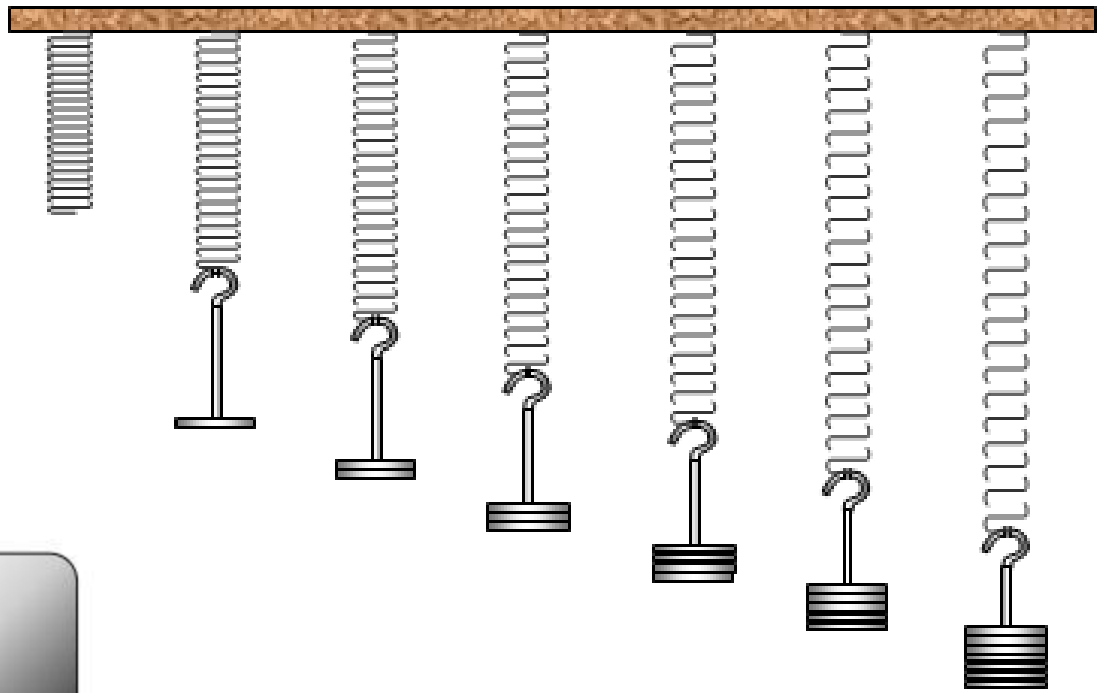
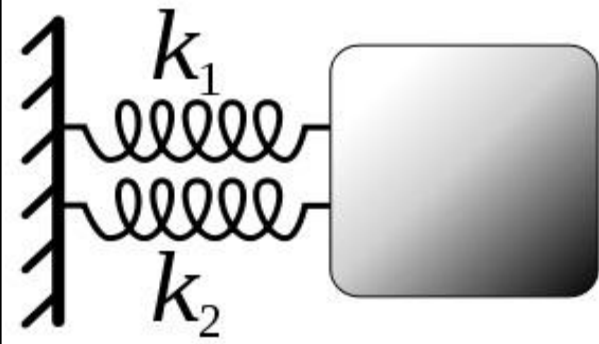
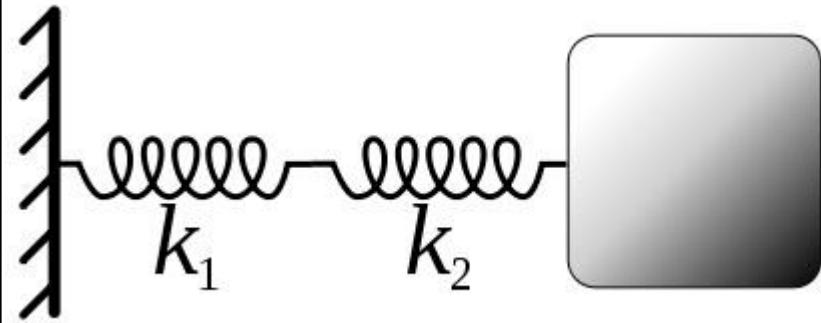
Hooke's Law States that the force F needed to extend or compress a spring by some distance X is proportional to that distance

$$\text{Force} = \text{Constant Factor (Spring Stiffness)} \times \text{Distance}$$

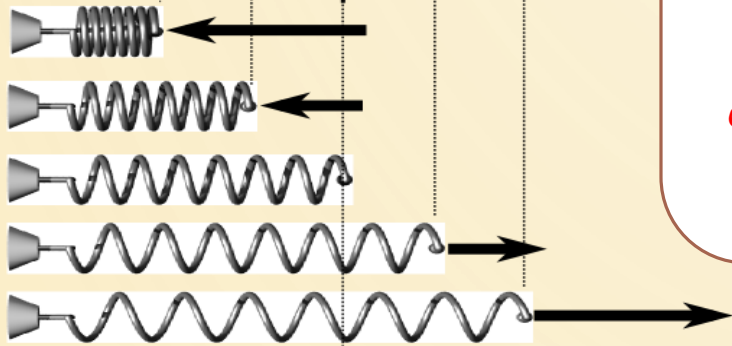
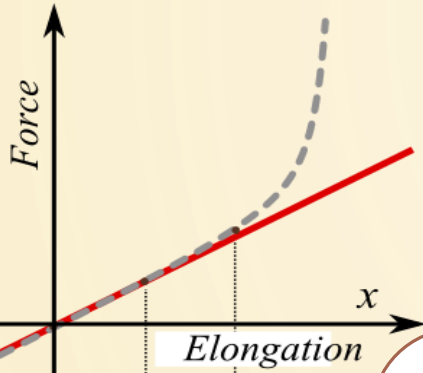


ابزار اندازه گیری





ملاحظات و محاسبات



فتر محدودۀ الاستیک
خطی، سفت شونده

× در مورد ذره یا جسم صلب موضوعیت ندارد.

✓ یکی از خواص مکانیکی ساختارهای ویسکوالاستیک

✓ یکی از پارامترهای رفتاری در حرکت مکانیزم‌های متشکل از ساختارهای ویسکوالاستیک

سفتی

stiffness vs. laxity

stiffness vs. compliance

کلینیکی

بیومکانیکی

اهمیت سفتی

در کانگورو: دو سوم در دویدن با سرعت 30 km/h
مسئول کل انرژی مورد نیاز برای افزایش سرعت از 7 تا 22 km/h

در انسان: انرژی الاستیک منبع تامین نیمی از انرژی دویدن

حتی بیشتر



کارکردهای سفتی

مثال‌های کاربردی در حرکات ورزشی	اعمال بیومکانیکی مرتبط	کارکردهای مهم سفتی در ساختارهای مکانیکی
عملکرد اسکات جامپ مرحله شتاب‌گیری دوی سرعت	انقباض کانسنتریک قوی	تعیین‌کننده سرعت انتقال نیرو
عملکرد کانترموومننت جامپ مرحله سرعت بیشینه دوی سرعت	چرخه کشش-انقباض	تعیین‌کننده میزان ذخیره و بازتولید نیرو
ریسک آسیب اندام تحتانی در فرود	ثبات و کینماتیک حرکت	تعیین‌کننده میزان مقاومت در برابر اغتشاشات

مکانیزم‌های تولید نیرو در بدن انسان

۱. انقباض عضلانی

مصرف منابع انرژی بدن

تمرینات قدرتی

آزمون‌های متداول قدرت (1-RM)

۲. بهره‌گیری از مکانیک بدن

ذخیره و بازتولید نیرو در ساختارها

تمرینات پلائیومتریک

آزمون‌های تعیین سفتی؟

انواع انقباضات عضلانی

۱. انقباض کانستریک

۲. انقباض اکستریک

۳. انقباض ایزومتریک

سایر موارد ...

چرخه کشش-انقباض (پیش کشش اکستریک- بلافاصله بعد از آن انقباض کانستریک)

چرخه کشش-انقباض

Stretch-Shortening-Cycle SSC

- | | |
|------------------------|-----------------------|
| Eccentric pre stretch | ۱. پیش کشش اکسنتریک |
| Immediately | ۲. بلافاصله بعد از آن |
| Concentric contraction | ۳. انقباض کانسنتریک |

Fast SSC , time dependent

تند SSC ، وابسته به زمان

کمتر از ۲۵۰ میلی ثانیه

Slow SSC , time independent

کند SSC ، مستقل از زمان

بیشتر از ۲۵۰ میلی ثانیه

تند SSC

مثال؟

کند SSC

مثال؟

دویدن، پرش عمودی CMJ، دراپ جامپ، هاپینگ، پرش های والیبال
پرش طول، پرش سه گام، پرش ارتفاع

نسبت بهره اکستریک

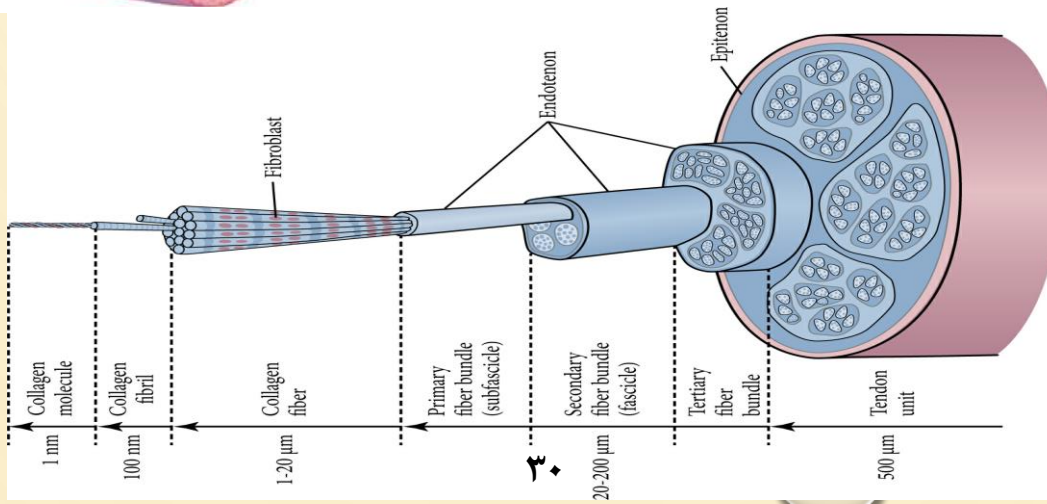
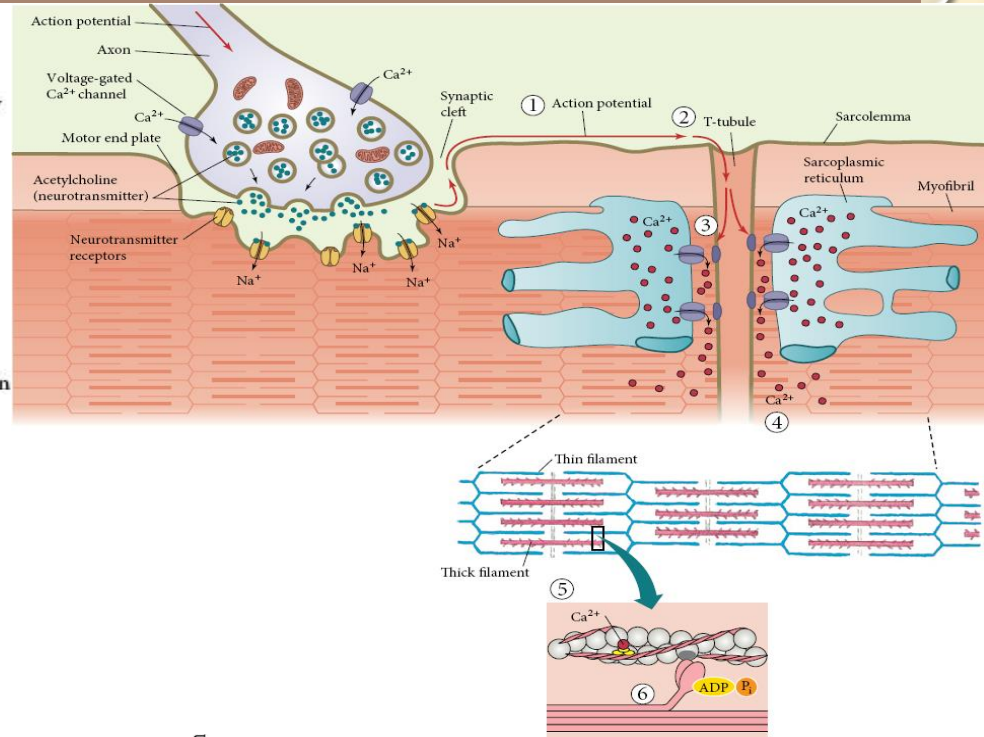
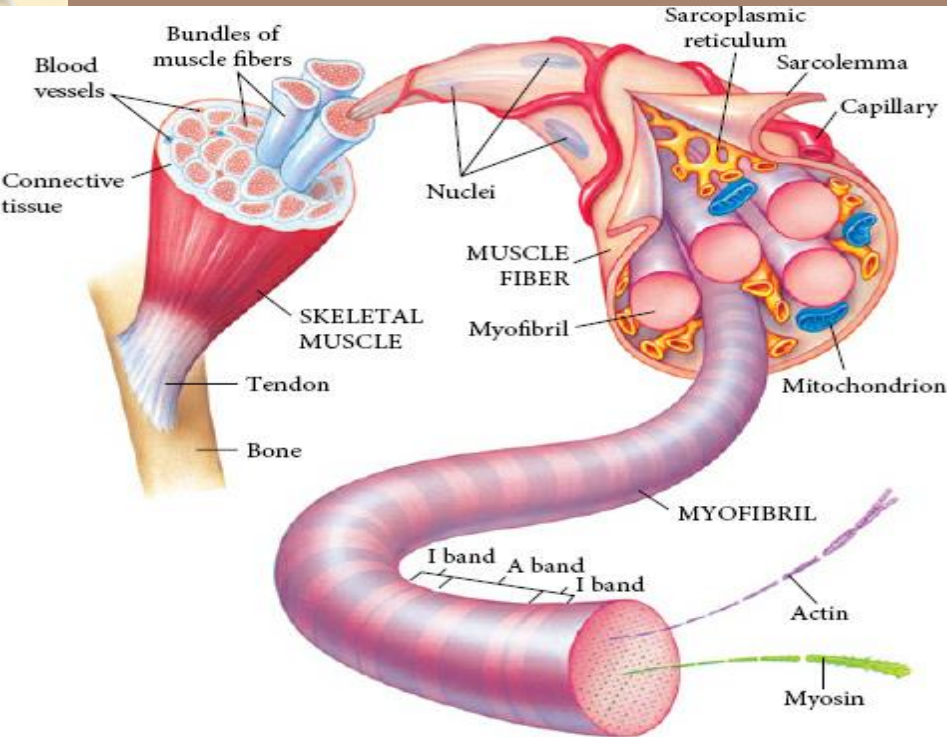
علل بهبود عملکرد در SSC نسبت به انقباض خالص کانستریک؟

قرارگیری عضله در طول بهینه

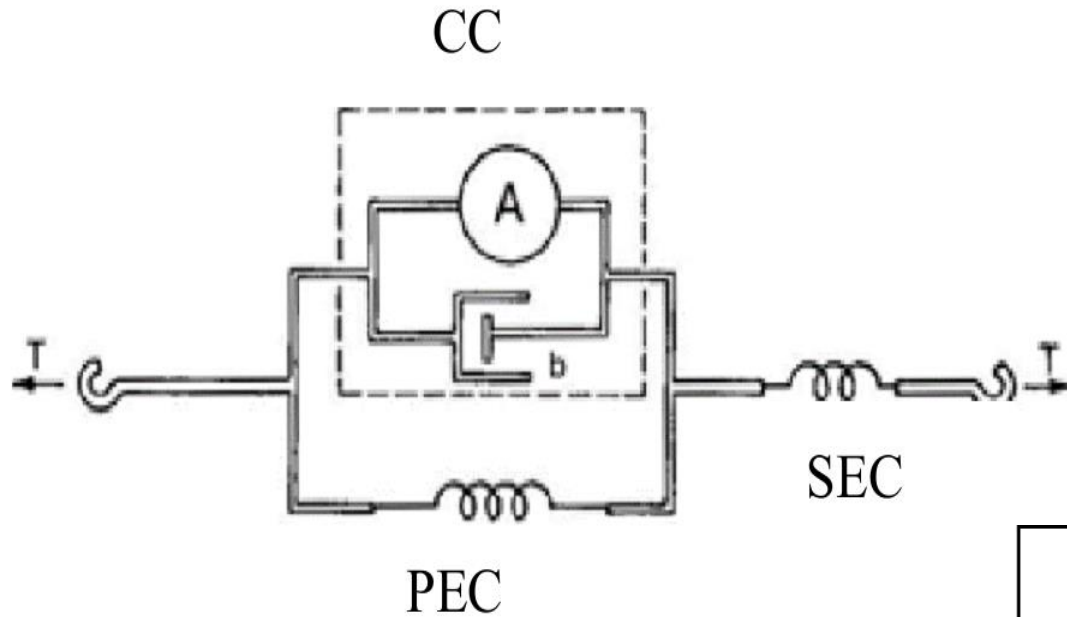
پاسخ سیستم عصبی

ذخیره و بازتولید انرژی در ساختارها

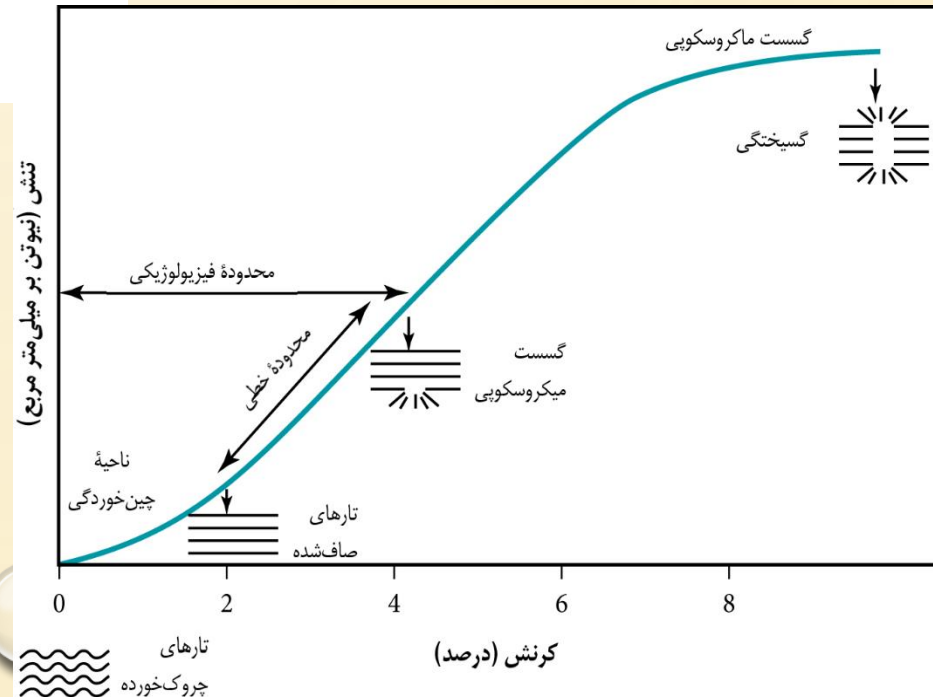
نگاه فیزیولوژی به عضله و تاندون



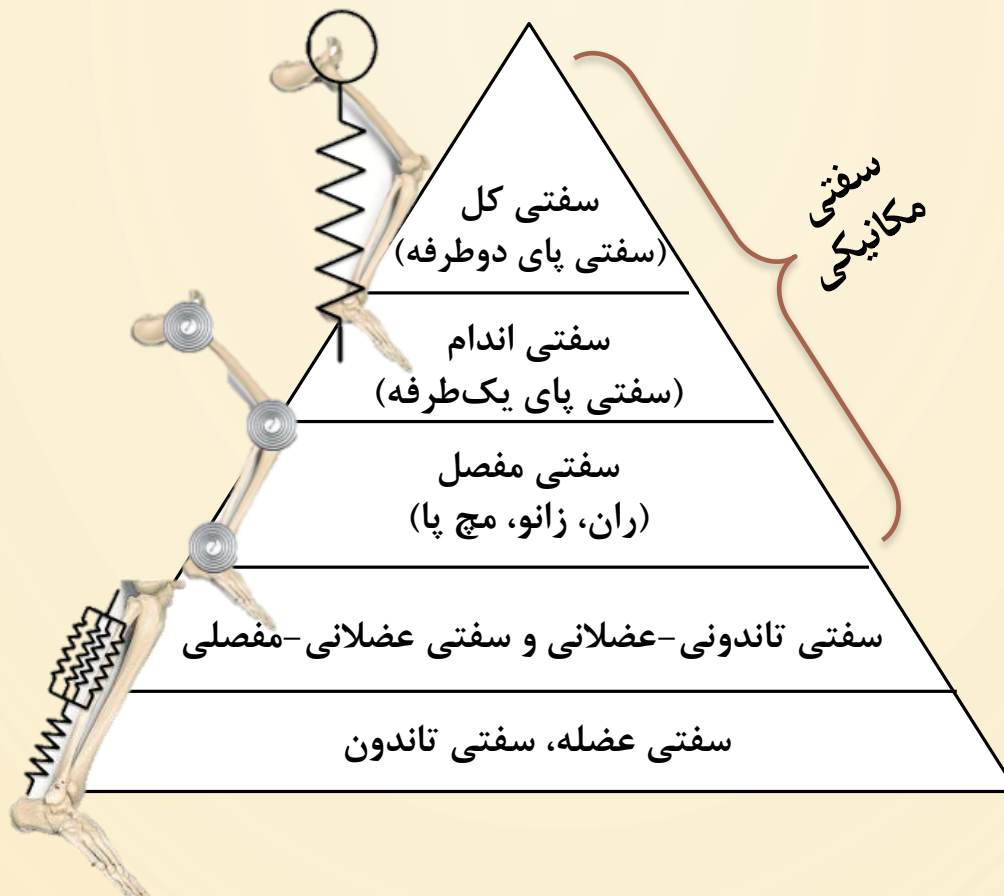
نگاه بیومکانیک به عضله و تاندون



آرایش اجزا در مدل هیل: جزء انقباضی (CC)، جزء الاستیک موازی (PEC) و جزء الاستیک سری (SEC)

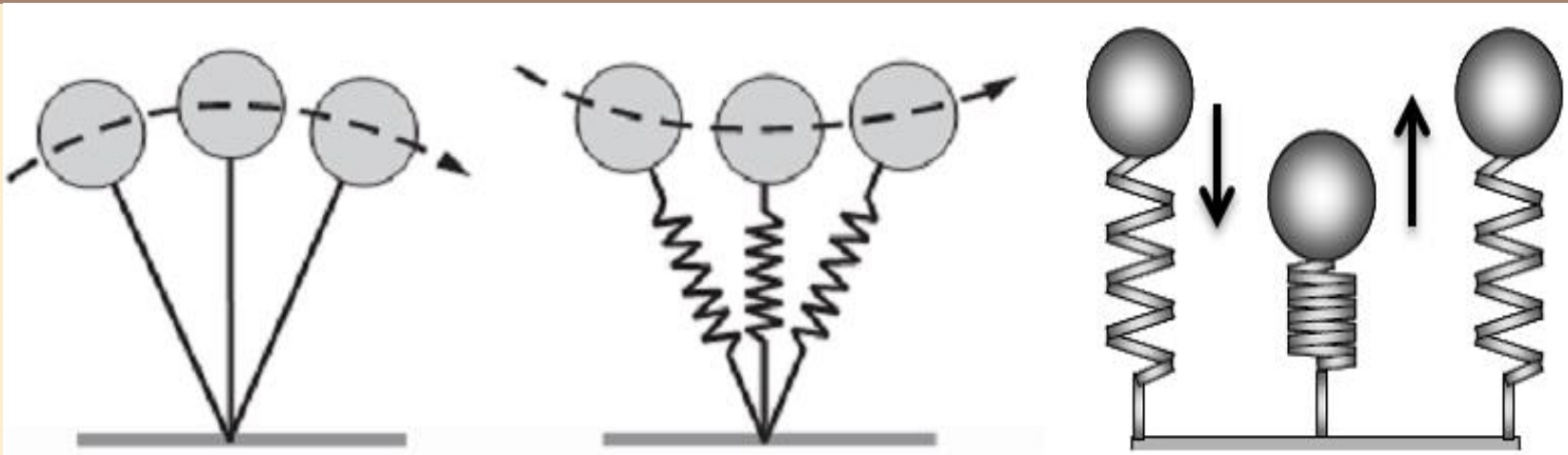


سطح‌بندی سفتی در بدن

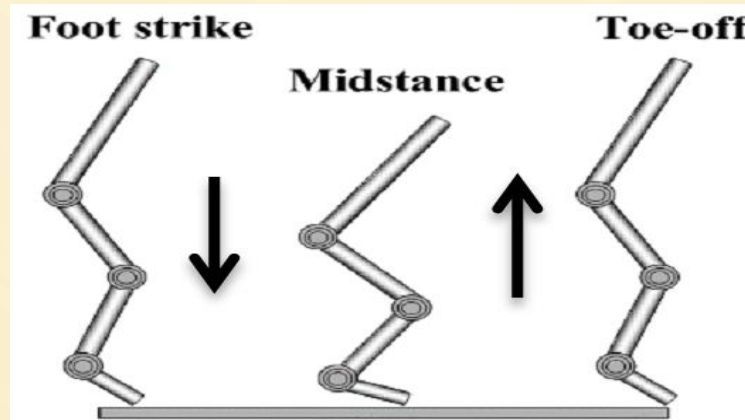


با توجه به نوع نگاه در علوم ورزشی، اصولاً **بالاترین سطوح** که ویژگی‌های کل بدن را توصیف می‌کنند از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند.

مدل‌های حرکات انسان

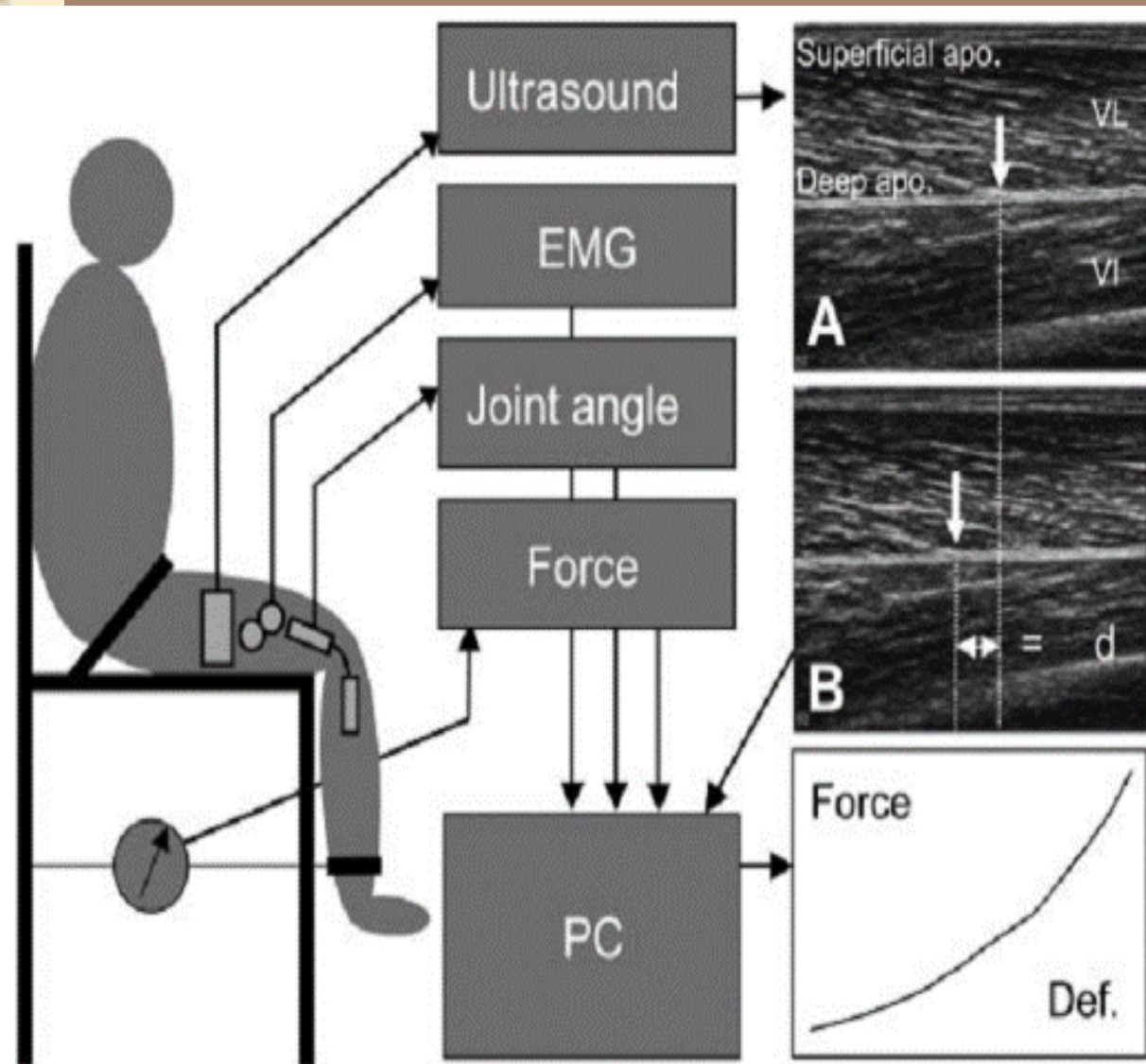


از راست به چپ: مدل جرم-فنر یک بعدی برای هاپینگ، مدل جرم-فنر از راست به چپ: مدل پاندول معکوس برای راه رفتن دو بعدی برای دویدن، مدل پاندول معکوس برای راه رفتن



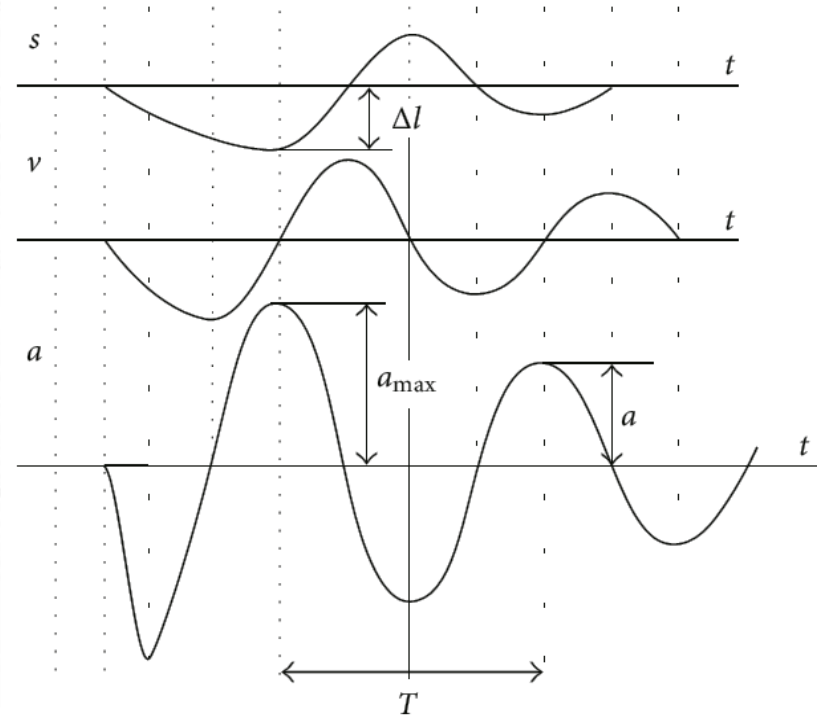
مدل چند بخشی جرم-فنر برای هاپینگ

سفتی تاندون



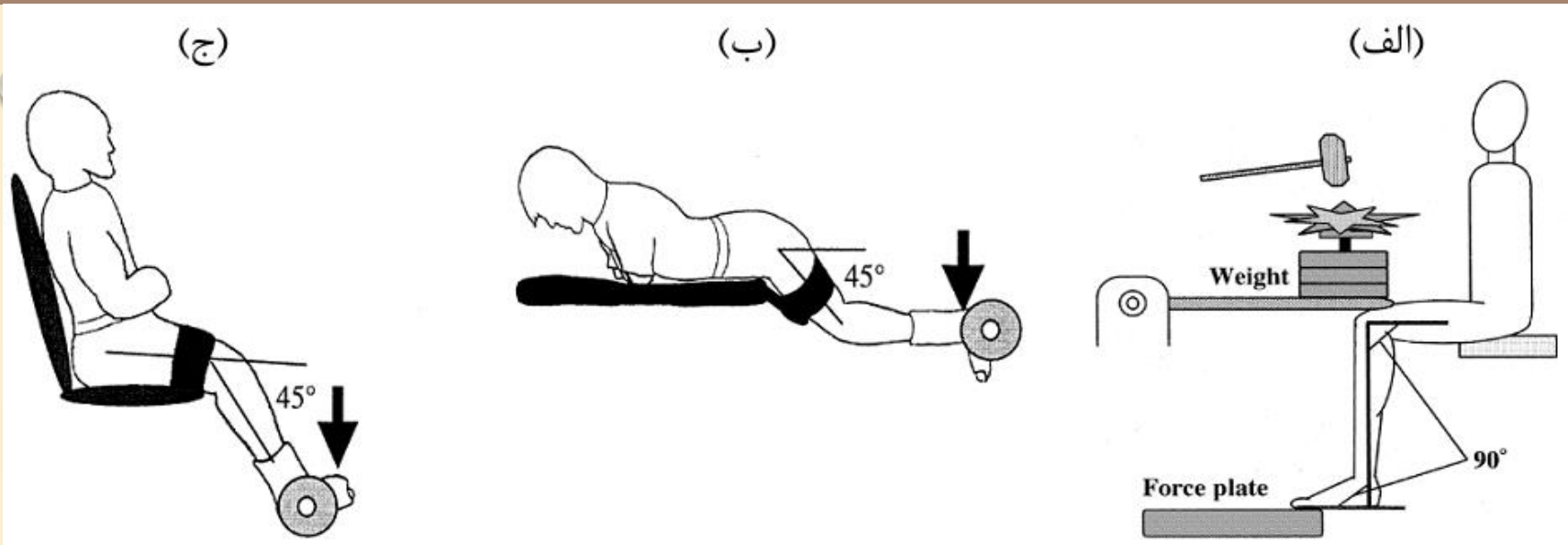
وضعیت قرارگیری آزمودنی و ابزارهای
مورد استفاده در محاسبه سفتی تاندون
اکستنسورهای زانو

سفتی عضله

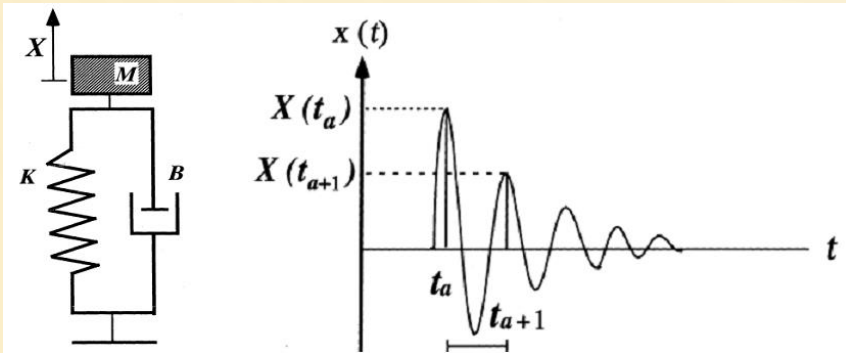


چپ: اندازه گیری سفتی عضله رکتوس فموریس در
حالت فعال
راست: نمودارهای شتاب، سرعت و مکان

سفتی عضلانی-مفصلی



وضعیت قرارگیری آزمودنی در آزمون تعیین سفتی عضلانی مفصلی الف) پلانتر فلکسورهای میچ پا،
 ب) فلکسورهای زانو، ج) اکستنسورهای زانو

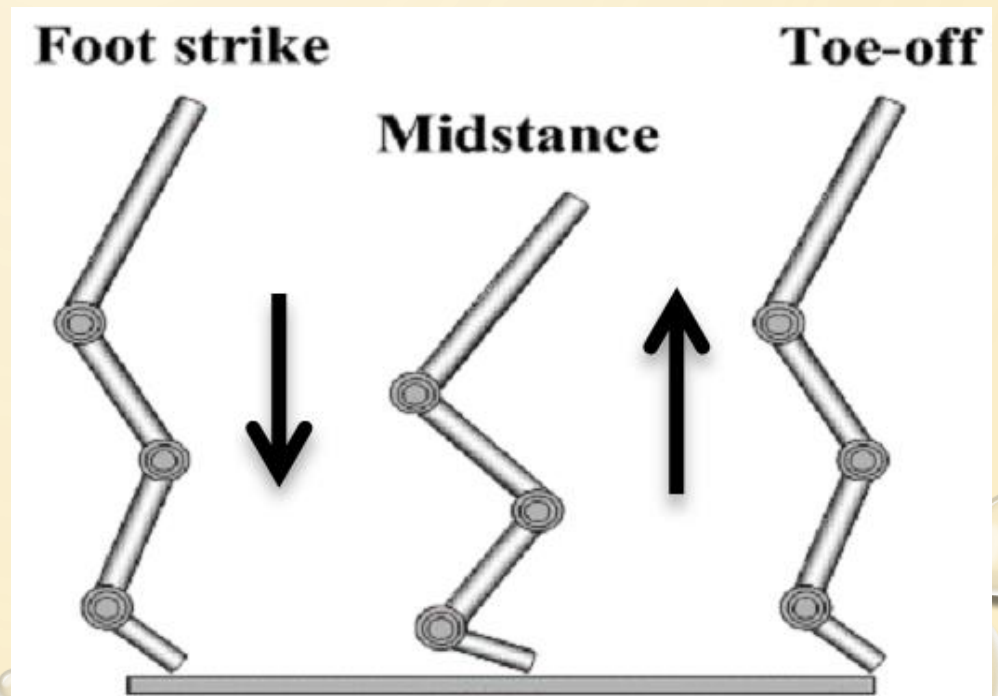


$$K = 4\pi^2 m f^2 + b^2 / 4 m$$

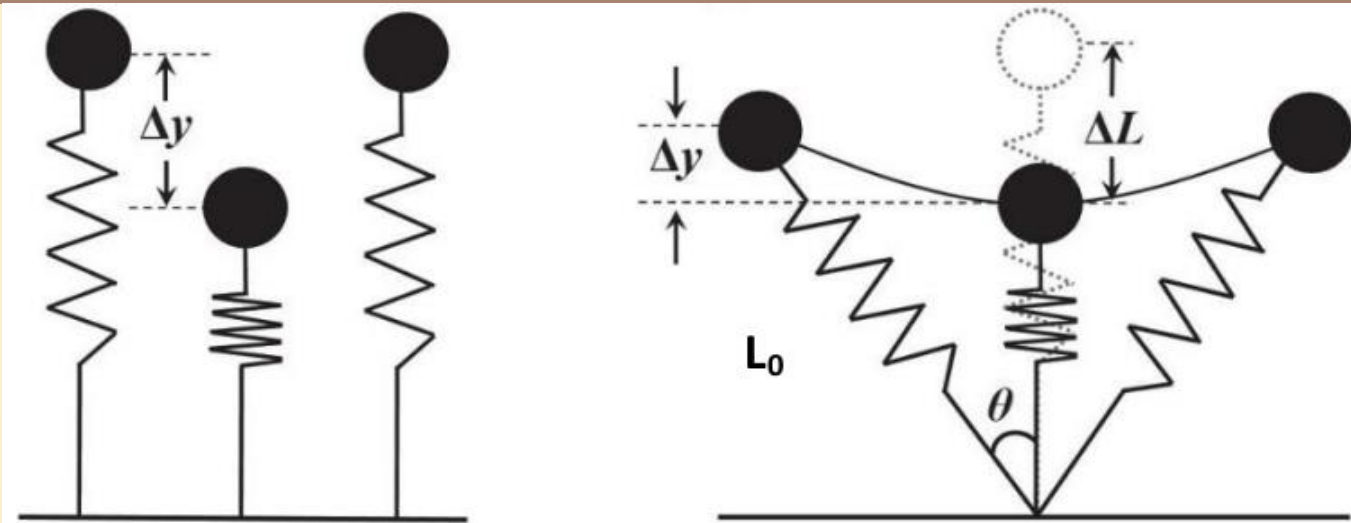
سیستم ارتعاشی جرم-فنر-دمپر و نمودار پاسخ آن به یک اغتشاش

سفتی مفصل

$$K_{\text{joint}} = \Delta M_{\text{joint}} / \Delta \theta_{\text{joint}}$$



سفتی پا و سفتی عمودی

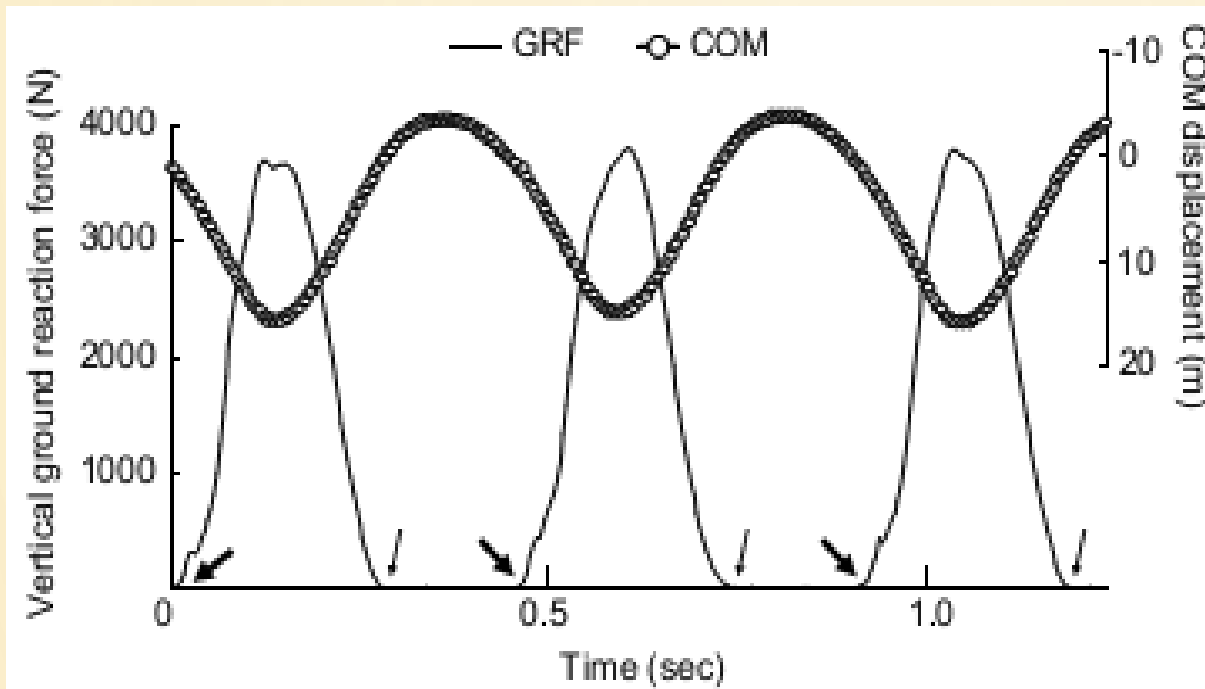


پارامترهای تعیین سفتی در مدل جرم-فنر

$$K_{\text{vert}} = F_{\text{max}} / \Delta y = [m\pi(t_f + t_c)] / \{t_c^2 [(t_f + t_c) / \pi] - t_c / 4\}$$

$$K_{\text{leg}} = F_{\text{max}} / \Delta L$$

هاپینگ؛ آزمونی میدانی برای تعیین سفتی



منحنی مولفه عمودی نیروی عکس العمل زمین و جابجایی عمودی مرکز جرم حین هاپینگ

بازده ۴۴ درصد برای انسان
۵۸ درصد برای کانگورو

افقی و عمودی Horizontal , Vertical

یک طرفه و دوطرفه Unilateral & Bilateral

Preferred , Controlled , Maximal

ترجیحی، کنترلی، پیشینه

سپاس از توجه شما

