

تهیه کننده : دکتر مسعود مطلبی

<http://healthf.kaums.ac.ir/>
motallebi_m@kaums.ac.ir

فیرپو لوژی کار

Times was when most men who finished a day's work needed rest. Now they need exercise!

An American Newspaper

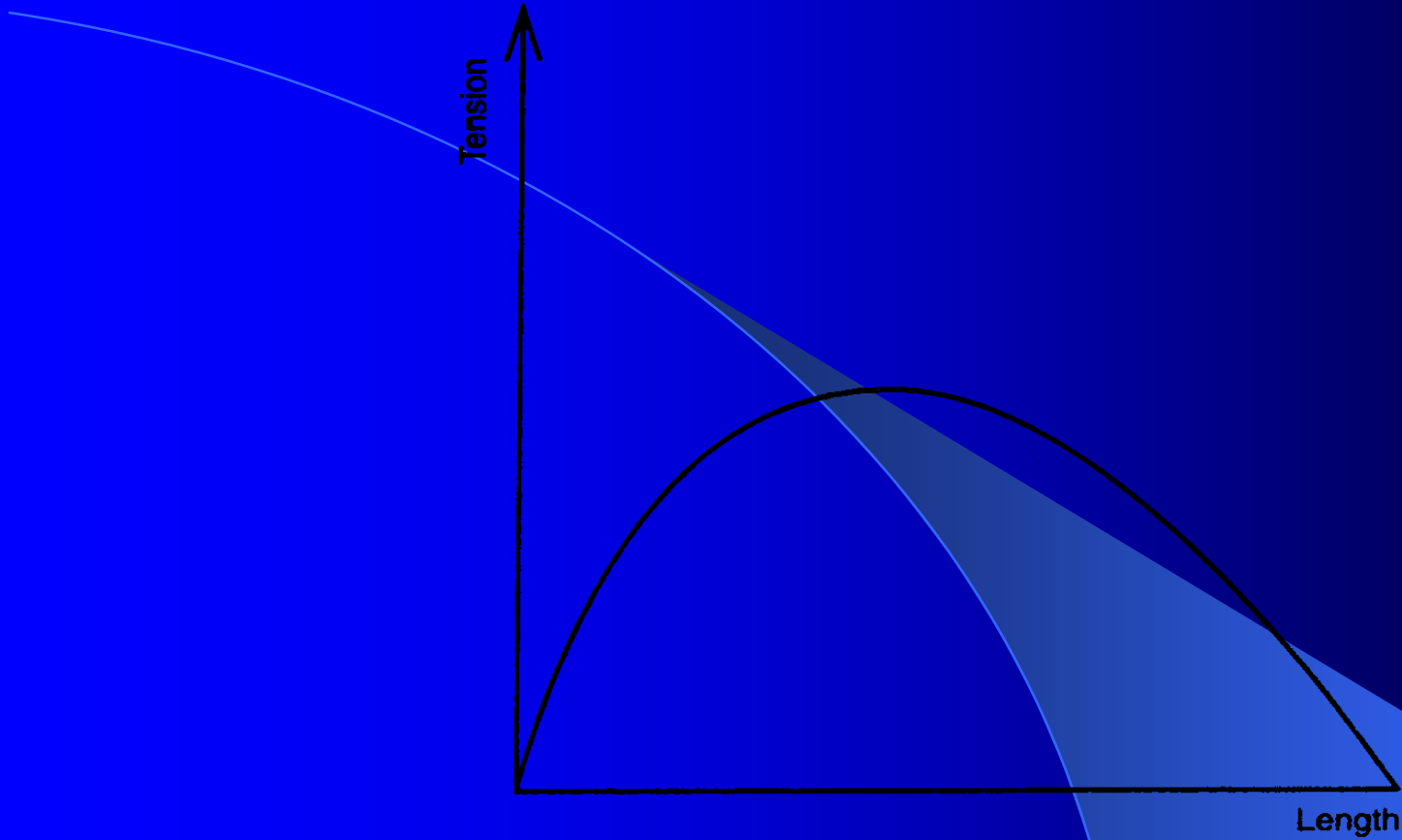
تاریخچه فیزیولوژی کار

- تولد 1913 توسط Max Rubner در آلمان.
- جنگ جهانی از محرک‌های اصلی رشد این موضوع بود.
- اولین نسیبتوی فیزیولوژی کار توسط روبنر ساخته شد و بعداً توسط آلمان در 1929 پذیرفته شد.
- در دهه‌های بعد در کشورهای اسکندیناوی، انگلستان و آمریکا گسترش یافت.

فیزيولوژي کار

وظیفه عضلات اسکلتی، ایجاد نیرو بین استخوان و نقاط اتصالي آنها است. این نیرو زمانی ایجاد می شود که عضله در پاسخ به تحریکات سیستم عصبی مرکزی از حالت استراحت به حالت فعالیت در می آید. نیروی که عضله می تواند ایجاد نماید بستگی به سطح مقطع و طول آن دارد.

فیزيولوژي کار



ارتباط طول - نیرو، عضله بلندتر هنگام انقباض نیروی بیشتری تولید می کند.

فیزيولوژي کار

عضلات اسکلتی را می توان بعنوان بزرگترین اندام بدن در نظر گرفت که وجود آن برای تمام فعالیتها از جمله حرکات ارادی ضروری است.

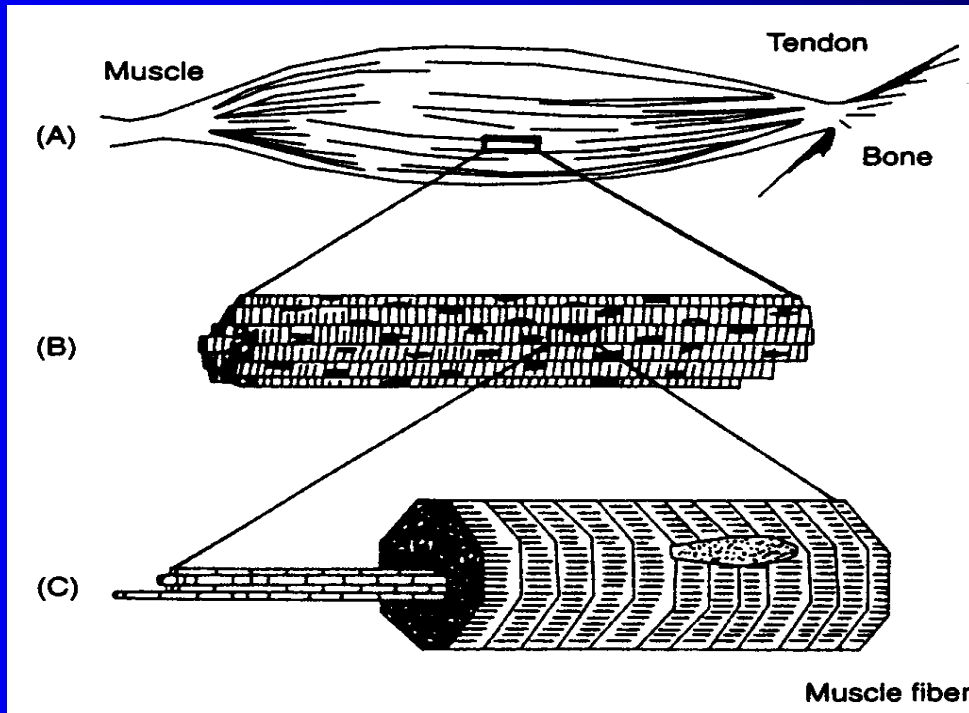
فعالیتهاي تکراري و طولاني، حرکات سریع و کارهایی که نیاز به نیروی بیشتری دارند، می توانند گیرنده های درد در عضله را تحریک نمایند.

این تحریکات در محیط کار، ورزش و انجام فعالیتهاي روزانه معمول است.

از آنجا که عضلات اسکلتی 40 درصد بافتهاي بدن را تشکیل میدهد، جای تعجب نیست که بسیاری از دردهای که ما در زندگی روزمره احساس می کنیم ارادی منشأ عضلانی است.

فیزيولوژي کار- ساختار عضله

انرژی لازم برای انقباض عضله از طریق ترکیبات فسفاتۀ موجود در بافت عضلانی تأمین می‌شود. این ترکیبات از تجزیه مواد غذایی حاصل می‌شوند. عضله متشکل از تعداد زیادی رشته‌های فیبری (است) که در کنار هم قرار گرفته‌اند. هر فیبر عضلانی شامل تعداد زیادی میوفیبریل‌های کوچکتر است.

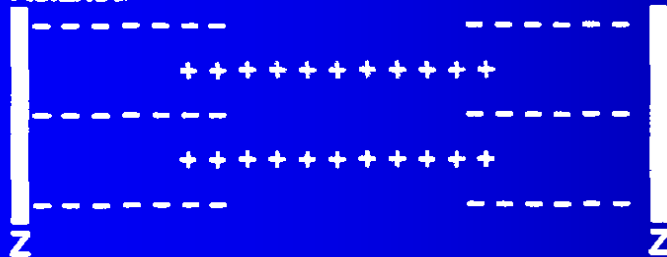


فیزيولوژي کار- ساختار عضله

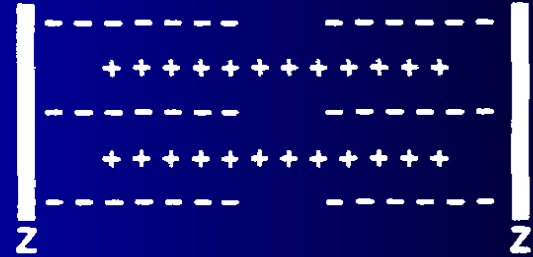
ماهیچه‌ها را می‌توان به رشته‌های نخی تشبیه کرد که همگی به هم متصل شده‌اند و هر نخ به تعدادی (ساتلون عضلانی) از فیبرها (میوفیبریل‌ها) تشکیل شده است و هر میوفیبریل از باندهای متناوب اکتین و میوزین ساخته شده است (کامل ساختار عضله در مایع داخل سلولی و خارج سلولی غوطه‌ور بوده و عروق خونی و عصبی در آن وجود دارد).



Relaxed



Contraction



انرژی لازم برای انقباض عضلانی

انرژی لازم برای انقباض عضله (و خیلی از فرآیندهای دیگر در بدن انسان) از شکسته شدن ماده‌ای به نام **"ATP"** (آدنوزین تری فسفات) بدست می‌آید. با شکسته شدن یکی از باندهای فسفات، مولکول **ATP** به مولکول **"ADP"** (آدنوزین دی فسفات) تبدیل شده و انرژی در داخل سلول و در سترس قرار می‌گیرد.

هیدرات کربن و اسیدهای چرب (حاصل از چربی) شکسته شده‌اند که در نهایت به وی اکسید کربن و آب تبدیل می‌شوند و انرژی به شکل **ATP** آزاد می‌شود.



کار استاتیک و کار وینامیک

کار استاتیک	کار وینامیک
انقباض مداوم عضله	سیکل تکراری انقباض و انبساط عضله
کاهش جریان خون به عضله	افزایش جریان خون به عضله
عدم افزایش در مصرف اکسیژن در عضله	افزایش مصرف اکسیژن در عضله
تولید انرژی به روش مستقل از اکسیژن	تولید انرژی به روش وابسته به اکسیژن
گلیکولیز عضله ← لاکتات	گلیکولیز عضله ← H_2O و اکسید کربن + O_2 ، عضله گلوکز + اسیدهای چرب را از خون دریافت می کند.

فاكتورهاي محدودکننده در انقباض عضله

1. نیاز به انرژی، بیشتر از مقدار تولید شده باشد. این وضعیت زمانی رخ می دهد که سوخت ذخیره شده در عضله تخلیه شده و میزان جایگزینی و تامین اکسیژن و یا گلوکز ناکافی باشد. فراهم کردن سوخت برای فعالیت عضله بستگی به ظرفیت سیستم گردش خون دارد.
2. تقاضای مکانیکی بیش از حد باشد. نیروی ایجاد شده در عضله محدود بوده و بستگی به تعداد عناصر منقبض شونده دارد. حداکثر توان عضله متناسب با سطح مقطع آن است.
3. تجمع مواد زائد کارکرد عضله را دچار ضعف و اختلال می کند. این وضعیت در طول فعالیت استاتیکی عضله رخ می دهد.
4. میزان تولید گرما ظرفیت تنظیم حرارت بدن را افزایش می دهد. حرارت اضافی نمی تواند برای مدت زیادی دفع شود. دمای بدن افزایش می یابد و ظرفیت قلبی- عروقی دچار اختلال می شود.

متابولیسم

مواد غذایی و اکسیژن برای انجام فرآیندهای متابولیسم جهت بقای حیات، حفظ و نگهداری و ترمیم سلول‌ها، رساندن خون به بافت‌ها و غیره لازم هستند.

مقدار متابولیسم پایه (BMR) مقدار انرژی لازم برای حفظ حیات است. مقدار BMR در افراد مختلف متفاوت است. مقدار BMR در کودکان تقریباً دو برابر بزرگسالان است.

کاهش مقدار BMR با افزایش سن یکی از علل شروع دوره میانسالی است.

ظرفیت کار فیزیکی

ظرفیت کار فیزیکی به توانایی و ظرفیت کارگر برای تولید انرژی اطلاق می شود. این ظرفیت بستگی زیادی به انرژی در دسترس کارگر به شکل مواد غذایی و اکسیژن و مجموع انرژی فراهم شده به کمک فرآیندهای وابسته به اکسیژن و مستقل از اکسیژن دارد.

میزان مصرف انرژی در طول کار مجموعی از مصرف انرژی پایه و مصرف انرژی کار است. برای کار مداوم با شدت متوسط، معمولاً فرآیندهای وابسته به اکسیژن نقش اصلی را در تولید انرژی دارند.

به ازاء مصرف هر لیتر اکسیژن، حدود 8/4 کیلوکالری (Kcal) انرژی آزاد می شود. ظرفیت انجام کار بستگی به توانایی دریافت اکسیژن و تحویل آن به سلول ها جهت استفاده در اکسیداسیون مواد غذایی دارد. توانایی انجام کار زیاد (سرعت بالا) منوط به دریافت اکسیژن زیاد است.

Vo2 max

فیزيولوژیست ها و محققین علوم ورزشی اصطلاح "Vo2 max" را برای تشریح ظرفیت فزوی در استفاده از اکسیژن (ظرفیت هوایی) به کار برده اند.

بطور سنتی $Vo2 max$ به این شکل تخمین زده می شود که افراد روی نوار متحرک دویده و یا روی دوچرخه اگر گومتر رکاب می زنند و در همان حال میزان اکسیژن دریافتی آنها اندازه گیری می شود.

سرعت دویدن و یا رکاب زدن در روندی صعودی افزایش داده می شود و میزان دریافت اکسیژن تقریباً هر 3 تا 5 دقیقه پس از آنکه فرد با فعالیت جدید سازگاری یافت، اندازه گیری می شود.

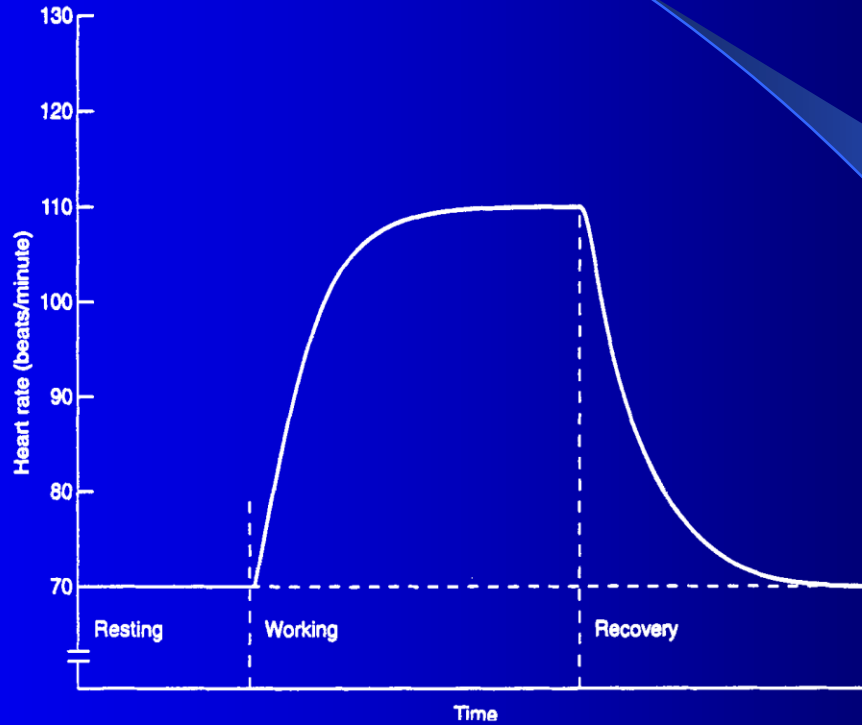
شدت کار بر اساس میزان مصرف اکسیژن، ضربان قلب و مصرف انرژی

مصرف انرژی (کیلوکالری در دقیقه)	ضربان قلب (ضربه در دقیقه)	V_{O2} (لیتر بر دقیقه)	شدت کار
$<5/2$	<90	$<5/0$	کار سبک
5/2-5	90-110	5/0-1	کار متوسط
5-5/7	110-130	1-5/1	کار سنگین
5/7-10	130-150	5/1-2	کار خیلی سنگین
>10	150-170	>2	کار فوق العاده سنگین

فاکتورهای موثر بر ظرفیت کار فیزیکی

شخصی	محیطی
سن	آلودگی محیط
وزن بدن	کیفیت هوای درون
جنسیت	تهویه
مصرف الکل	ارتفاع
استعمال دخانیات	سر و صدا
سبک زندگی فعال / غیر فعال	گرما یا سرمای بیش از حد
نرمش / ورزش	
وضعیت تغذیه	
دنگیزش	

پاسخ فیزیولوژیکی به کار



بعد از دوره گرم شدن بدن، وقتی که نیازهای کار با میزان تولید انرژی برابر گردید، حالت پایدار ایجاد می شود. هنگام توقف کار، متغیرهای فیزیولوژیکی در طول دوره بازسازی به سطوح اولیه در موقع استراحت برمی گردند.

انواع روشهای اندازه گیری مصرف انرژی

روش سنتی تعیین مصرف انرژی در حین انجام کار شامل اندازه گیری اکسیژن و دریافتی با استفاده از کیسه های وادگلاس است.

فرد مورد نظر از هوای محیط تنفس کرده و هوای بازدمی را از طریق ماسک متصل به لوله به درون کیسه ای بزرگ (تحت عنوان کیسه وادگلاس) تخلیه می کند.

دقتی فرود یافته مشخصی را انجام می دهد، کیسه وادگلاس که در ابتدا خالی است با هوای بازدمی فرد پر می شود پس از آنکه حدود 50 لیتر هوای جمع آوری گردید، فعالیت فرد خاتمه یافته و یا اینکه هوای بازدمی به کیسه خالی دیگری هدایت می شود.

حجم هوای در کیسه پر شده محاسبه شده و ترکیب گازی آن آنالیز می شود (امروزه اغلب از دستگاههای الکترونیکی آنالیز گاز استفاده می شود).

انواع روشهای اندازه گیری مصرف انرژی

اندازه گیری غیر مستقیم مصرف انرژی

تعداد ضربان قلب در نتیجه بار کار و دریافت اکسیژن افزایش می یابد.
به دلیل اینکه ضربان قلب نسبت به میزان اکسیژن دریافتی راحت تر اندازه گیری می شود، اغلب از آن به عنوان روش غیر مستقیم برای اندازه گیری مصرف انرژی یاد می شود.

ضربان قلب را می توان به سگنالی تشبیه کرد که کل استرس های وارده بر بدن را تلفیق کرده و می تواند به عنوان شاخص همبسته فیزیولوژیکی کار استفاده شود.

برای ارزیابی بار کار فیزیولوژیکی با استفاده از ضربان قلب با سستی برای هر کارگر، نمودار رابطه بین ضربان قلب و دریافت اکسیژن تعیین گردد.

انواع روشهای اندازه گیری مصرف انرژی

اندازه گیری غیر مستقیم مصرف انرژی

Recovery Heart Rate: Brouha Method

بلوفاصله بعد از قطع کار ضربان قلب در سه دقیقه متوالی اندازه گیری می شود:

p_1 = از 30 تا 60 ثانیه

p_2 = از 90 تا 120 ثانیه

p_3 = از 150 تا 180 ثانیه

If $p_1 - p_3 > 10$ or p_1, p_2 and $p_3 < 90$ **normal**

If average of p_1, p_2 and $p_3 < 110$ and $p_1 - p_3 > 10$

If $p_1 - p_3 < 10$ and $p_3 > 90$ **high workload**

work load is not excessive

معیارهای ذهنی تلاش فیزیکی - مقیاس RPE بزرگ

درجه	شرح درجه
6	هیچ نوع فشاری اعمال نمی شود.
7	"
8	فوق العاده سبک
9	بسیار سبک
10	"
11	سبک
12	"
13	کمی سخت
14	"
15	سخت
16	"
17	بسیار سخت
18	"
19	فوق العاده سخت
20	فشار حداکثر

حد مصرف انرژی

حد اکثر ضربان قلب هر فرد با استفاده از فرمول زیر برآورد می گردد:

$$\text{سالم سن} \times 0.65 - 200 = (\text{ضربه در دقیقه}) \text{ حد اکثر ضربان قلب}$$

بنابر این، فرد 45 ساله می تواند حد اکثر ضربان قلب برابر با 170 ضربه در دقیقه داشته باشد.
افراد می توانند با 40% از Vo_{2max} به مدت 8 ساعت بدون احساس خستگی و درد فعالیت کنند.

یافته ها نشان داده اند که:

-وظایف نباید بدون استراحت و به طور مداوم انجام شود.

-باید سیکل کار- استراحت به طور مناسب طراحی شده و حفظ شود بطوریکه بار کار

(هم کار و هم استراحت) از 40% Vo_{2max} تجاوز نکند.

محاسبه دوره های استراحت و در کار

$$\text{میزان استراحت} = \frac{W(b-s)}{b-3/0}$$

$$\begin{aligned} W &= \text{طول دوره کار} \\ b &= \text{میزان دریافت اکسیژن کار} \\ s &= \text{دریافت اکسیژن استاندارد برای کار مداوم} \end{aligned}$$

محاسبه دوره های استراحت در کار - مثال

اگر کارگری 5/0 ساعت را با دریافت اکسیژن
64/2 لیتر در دقیقه صرف انجام کاری کند
و مقدار اکسیژن دریافتی استاندارد برای این
کار 1 لیتر در دقیقه باشد؛ میزان استراحت او
برابر خواهد بود با: ساعت 35/0

تست پله

در معاون طلا از تست پله برای آزمایش آمادگی افراد استفاده می شود که در آن افراد در طول 1 دقیقه، 24 بار از پله بالا رفته و پایین می آیند. سپس ضربان قلب فرد اندازه گیری شده و در یکی از دو طبقه قرار می گیرند:

افراد طبقه الف (ضربان قلب کمتر از 120 بار در دقیقه) را می توان بویژه در شرایط گرم به کارهای خیلی سنگین و طاقت فرسا گماشت.

افراد طبقه ب (ضربان قلب مابین 121 تا 140 ضربه در دقیقه) کمتر به کارهای سخت گماشته می شوند.

ارتفاع پله بوسیله فرمول زیر محاسبه می شود:

$$\text{وزن بدن (کیلوگرم)} = \frac{542 * 54/2}{\text{ارتفاع پله (سانتی متر)}}$$

خسته نباشید

