بنام خدا

مهندسی فاکتور های انسانی پیشرفته

سر فصل درس

هدف کلی درس:

- در این درس شما با اصول و مبانی مهندسی فاکتورهای انسانی آشنا خواهید شد. مباحثی مانند عوامل موثر بر قابلیت کاری آشنا خواهید شد.
- در این درس یاد می گیرید که چگونه شرایط محیط کار ماشین و ابزار را با انسان منطبق کنید و استرس های ناشی از آن را به حداقل برسانید
- در این درس یاد می گیرید که برنامه های ارگونومی در محیط کار را چگونه پیاده نمایید

سر فصل درس

- آشنایی با عوامل موثر در قابلیت های کاری
- انسان و روش های انطباق انسان با ماشین و
- ابزار آلات مصرفی در محیط های کار و بالعکس
- برنامه های ارگونومی و پیاده سازی آن
- کلیات مهندسی انسانی و اجزاء تشکیل دهنده آن
- مطالعه کار و نیروی انسانی در سیستم انسان و ماشین
- تجزیه و تحلیل شغل و روش های آن
- شناخت مراحل کار

سر فصل درس

- مطالعه کار و حرکات ماهیچه ای
- نقش طراحی صحیح ابزار در انجام کار
- خستگی
- تقسیم بندی کار های بدنی
- آنتروپومتری
- آرایش ماشین آلات افراد در محیط کار
- غیبت های ناشی از کار و تجزیه و تحلیل آن از دیدگاه مدیریتی
- مهندسی انسانی در محیط های کار
- مقدمه ای بر مدیریت ارزیابی کنترل ریسک در ارگونومی

منابع و کتب مورد استفاده

- Human Factor engineering
- Human factor Design Hand Book
- Applied Ergonomics

منابع و کتب مورد استفاده

- مبانی ارگونومی در محیط کار دکتر چوبینه
- آنتراپومتری مهندس موعودی دانشگاه علوم پزشکی مازندران
- انسان و تنش های حراتی محیط کارانتشارات تهران دکتر امیدواری
- ارگونومی در عمل دکتر چوبینه
- ارزیابی پوستچر در محیط کار دکتر چوبینه

تعاريف ارگونومي

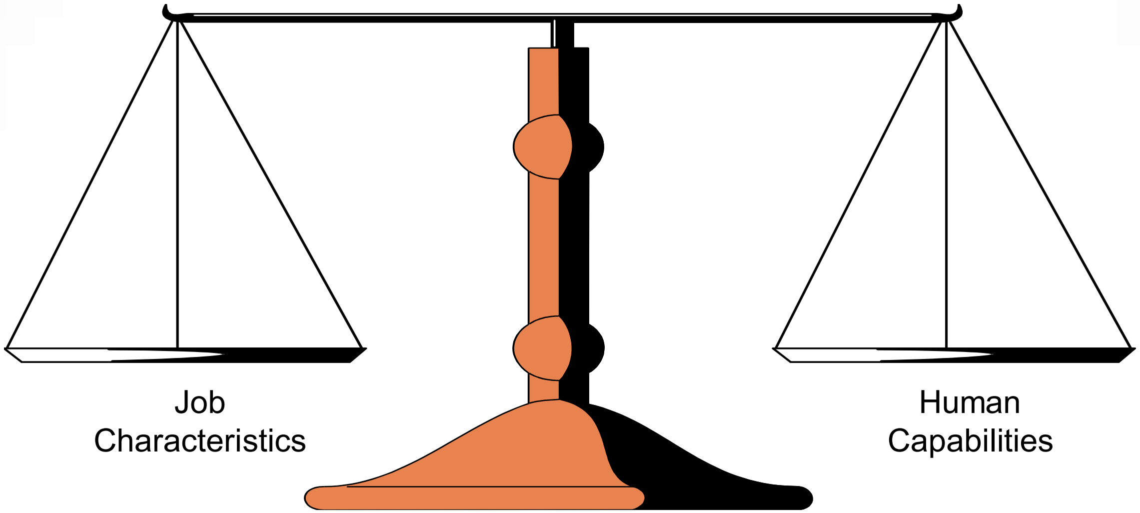
ارگونومي چيست؟

Ergo + Nomus = ergonomics

ارگونومي تلفيقي از دوواژه ارگو(به معني كار) و نوموس (به معني قانون) مي باشد. اين اصطلاح ريشه درمطالعات رامازيني مبتني بر تاثيرات وضع نامناسب وابزارهاي نامناسب بر روي سلامتي كارگران در اوائل سال ۱۷۰۰ دارد.

ILO در سال ۱۹۶۱پژوهش وتحقيقاتي در زمينه تطابق انسان با كار انجام داد كه باعث شد علم ارگونومي شناسايي شود.

تعاريف ارگونومي (ادامه)



ارگونومی با طراحی ابزارها، ایستگاههای کاری جهت انطباق با کارگر، راهی برای هوشمندتر کارکردن می یابد، *نه اینکه کارگر را با کار منطبق نماید.*

همانطور که در شکل مشخص است ، ارگونومی به مفهوم تعادل بین توانایی انسان و مشخصات شغل است . به این معنا که باید فرد با شغلی که برای او در نظر گرفته می شود سازگار باشد. حال این سئوال مطرح است که اگر این تطابق صورت نگیرد چه اتفاقی خواهد افتاد.

در صورتیکه کفه ترازوی مشخصات شغل سنگین تر باشد. در این صورت فرد توانایی انجام آن کار را نحواهد داشت و دو مسئله پیش خواهد آمد:

یکی کار انجام یکی شود یعنی از فردی که دارای بدن ضعفی است خواسته شود که گ.نی های آرد ۵۰ کیلویی را جابجا نماید . در این حالت فرد نمی تواند گونی آرد را جانجا کرده و کار زمین می ماند.

دوم اینکه اگر فرد اصرار به انجام آن داشته باشد سبب می شود که فرد دچار آسیب جسمی شده و حادثه ببیند.

در صورتیکه کفه مشخصات فرد نسبت به مشخصات کار سنگین باشد، یعنی از یک فردی که دارای توانایی بالایی است خواسته شود که یک کار کوچک و سبک انجام دهد. مانند اینکه یک مهندس را با حقوق مهندسی برای نگهبانی استخدام نماییم. در این حالت باز دو مسئله بوجود می آید:

یکی فرد احساس می کند که از توانایی او استفاده نمی شود و فرد دچار نارضایتی شغلی و در نهایت دچار افسردگی خواهد شد

و دیگری انجام این کار با این فرد بهره ور نبوده و مقرون به صرفه نیست.

تعاریف ارگونومی (ادامه)

تعریف سازمان بین المللی کار:

به کار گیری علوم بیولوژیکی وپیوستگی وهمبستگی آن با علوم فنی ومهندسی با هدف :

- تطابق بین انسان وکار
- سبک شدن کار
- کاهش فشارهای حاصله
- بالا رفتن سطح حفاظت در محیط های کاری
- ایمن بودن ابزار

DADDY... WHAT'S ERGONOMY?
IT'S MAKING CHILDREN TALL ENOUGH NOT TO HAVE DADS BEND SO MUCH!
PK 2003

تعریفی که سازمان بین المللی کار از ارگونومی ارائه داده است بیان کننده تلفیق و همبستگی علوم بیولوژی مانند فیزیولوژی، آناتومی ، بهداشت، با علوم فنی مهندسی مانند مکانیک، برق، صنایع و طراحی صنعتی است. در این تعریف هدف از ارگونومی را چنین بیان می کند که :

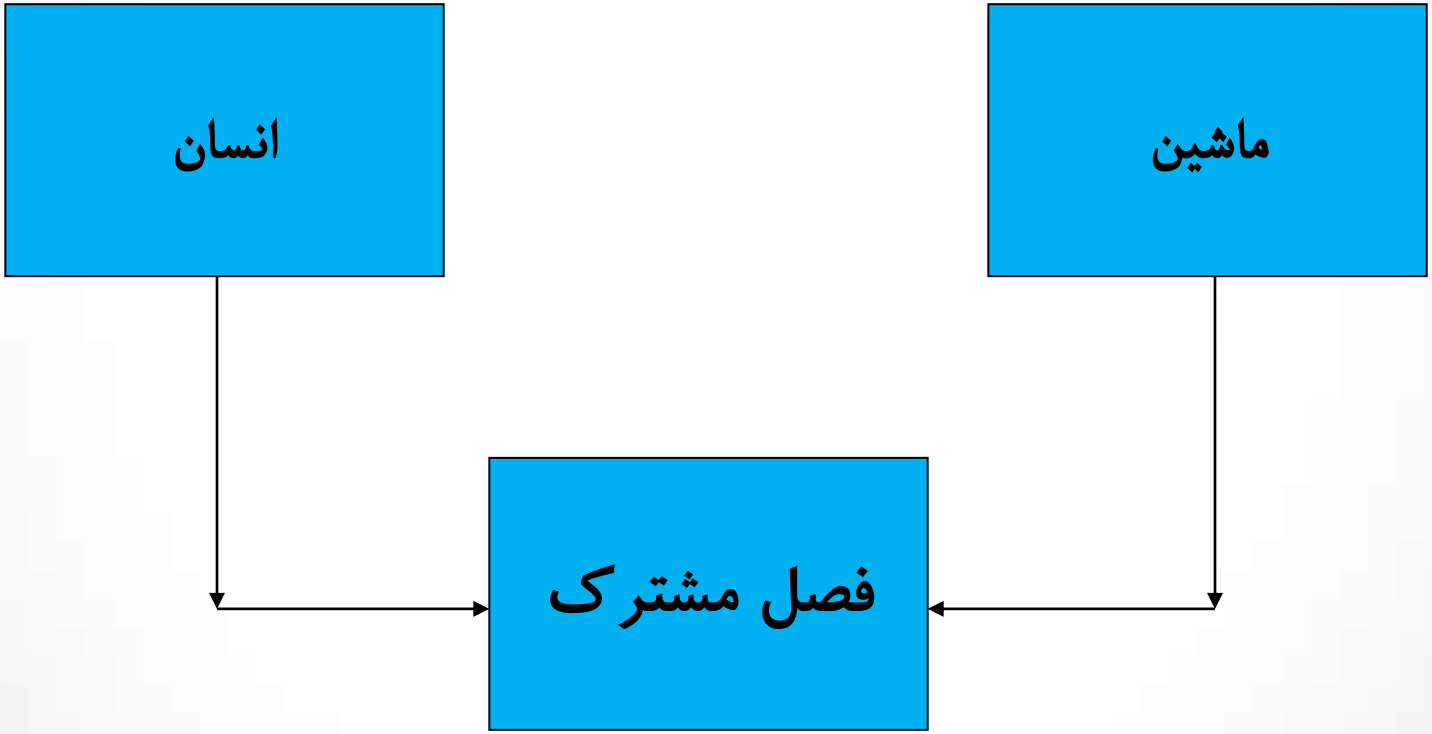
این همبستگی به منظور ایجاد تطابق بین انسان وکار، سبک شدن کار با کاهش فشارهای حاصله، بالا رفتن سطح حفاظت در محیط های کاری وایمن بودن ابزار که در نهایت منجربه فعالیت وانجام مناسب وصحیح کار می باشد.

هدف ارگونومي

- کار هاي خسته کننده اصلاح شود وابزار کار بهبود یابد.
- طراحی صحیح ماشین با توجه به اپراتور .
- به وجود آمدن نظام در محیط هاي کار مي شود.
- سازش دادن کار با اشخاص و کارگران

در بسیاری از صنایع به دلیل بهبود ابزار و وسائل وآسان شدن کار به کارایی وبهره وری نیز افزوده می گردد. به همین منظور سعی بر این است که کار های خسته کننده اصلاح شود وابزار کار بهبود یابد.
با طراحی صحیح محیط کار تلاش بر این است که دستگاه ها، ماشین آلات ونوار نقاله ها، انواع درجات ودکمه ها در جای صحیح و منطقی خود و متناسب با بدن کارگر قرار داشته باشد. طراحی صحیح ماشین با توجه به اپراتور .
ارگونومی یک نظام نیست بلکه با استفاده از فنونی باعث به وجود آمدن نظام در محیط های کار می شود.
اساس این علم سازش دادن کار با اشخاص و کارگران با استفاده از روشهای کاری می باشد.

هدف ارگونومي در سيستم انسان و ماشين



در سیستم های انسان و ماشین هدف از ارگونومی؛ تطابق و بهینه سازی فصوم مشترک بین انسان و ماشین تعریف می شود.
حال این سئوال مطرح است که فصل مشترک چیست؟
تمامی بخش هایی که فرد با ماشین بصورت مستقیم ارتباط برقرار می کند را بعنوان فصل مشترک بیان می کنیم این ارتباط می تواند فیزیکی و یا بصورت غیر مستقیم و غیر فیزیکی باشد.
برای مثال فصل مشترک یک راننده خودرو با ماشین سواری ، فرمان، گاز ، دنده کلاج و ... می باشد که دارای ارتباط فیزیکی است همچنین راننده فصل مشترک با موتور ماشین هم دارد که آن صدای موتور است که بصورت غیر فیزیکی بوده و لازم است در سیستم انسان و ماشین مد نظر طراحان قرار گیرد.
فصول مشترک معمولا با توجه به نوع ارتباط و کاربر ماشین تعریف می شود بطوریکه تعمیر کار ماشین با موتور ارتباط فیزیکی داشته و لازم است بگونه ای طراحی شود که راحت تعمیر گردد.
در سیستم انسان و ماشین یک ماشین کامل ماشینی است که :
تمام فصول مشترک برای تمامی کاربران آن درست تعریف شده و بهینه باشد.

هدف ارگونومي از نظر مهندسی ایمنی

- افزایش تولید
- افزایش بهره وری
- فراوری نیروی کار
- کاهش هزینه های تولید
- کاهش هزینه های درمان
- طراحی فرایند ها و سیستم ها
- افزایش درآمد

ارگونومی باید هم جهت با تولید باشد و بتواند با بهینه سازی فرایند ها در جهت افزایش تولید گام بردارد

در صورت بهینه سازی فرایند ها ارگونومی سبب افزایش بهره وری سیستم می شود. استفاده بهینه از منابع در اختیار از دیگر مواردی است ارگونومی دنبال می کند

استفاده بهینه از نیروی کار و بعبارتی فراوری نیروی کار از دیگر اهداف ارگونومی است . بهره وری نیروی انسانی از اهداف خاص ارگونومی در مهندسی ایمنی می باشد

ارگونومی باید سبب کاهش زمان و اتلاف ها در محیط کار شود و در نهایت سبب کاهش هزینه های تولید شود. این مفهوم با مفاهیم شش سیگما و کاربرد آن در مفهوم ایمنی نزدیک است

کاهش هزینه های درمان از دیگر اهداف ارگونومی در ایمنی است که با ارتقاء سطح سلامت کاری در این مسیر قدم بر می دارد

طراحی فرایند ها و سیستم ها با استفاده از اصول ارگونومی از دیگر اهداف ارگونومی در مهندسی ایمنی است.

در نهایت تمام این موارد سبب افزایش درآمد در سازمان می شود.

هدف کلی از ارگونومي

مجموعه مطالبی است که با استفاده از علوم مختلف در خصوص طراحی، اصلاح وبهینه سازی تجهیزات ، مشاغل، محیط وتطابق آنها با انسان با استفاده و توجه با قابلیت های انسانی شکل گرفته وبا هدف ارتقای سطح سلامتی وایمنی وبهداشت وافزایش بهره وری،کاهش فضا وکاهش خستگی و استرس می باشد.

با توجه به تعاریف ومفاهیم فوق می توان هدف ارگونومی را به گونه زیر توصیف نمود:

مجموعه مطالبی است که با استفاده از علوم مختلف در خصوص طراحی، اصلاح وبهینه سازی تجهیزات ، مشاغل، محیط وتطابق آنها با انسان با استفاده و توجه با قابلیت های انسانی شکل گرفته و با هدف ارتقای سطح سلامتی و ایمنی و بهداشت و افزایش بهره وری،کاهش فضا و کاهش خستگی و استرس می باشد.

در بسیاری از صنایع ارگونومی به عنوان وسیله ایی برای کاهش شیوع بسیار زیاد آسیب های شغلی وکاهش حق بیمه گزاف ناشی از آنها به کار گرفته می شود.

تاریخچه ارگونومی

تاریخچه علم ارگونومی

شروع بحث ارگونومی از قرن هجدهم بود

در سی سال گذشته ارگونومی رشد زیادی را یافت و در صنعت جایگاه خود را پیدا نمود

از قرن هیجدهم پزشکان دریافتند کارگرانی که لازم است وضعیت بدنی خاصی را در مدت زمان طولانی داشته باشند، دچار مشکلات اسکلتی- عضلانی می شوند. شاید اگر ایرانی ها نسبت به تاریخچه علم حساسیت بیشتری داشتند امروز بحث ارگونومی به دوره ابن سینا اشاره می کرد.

در طی سی سال گذشته تحقیقات ارتباط روشنی میان برخی کارها و اختلالات اسکلتی- عضلانی یا آسیبهای ناشی از فشارهای مکرر را نشان می دهد.

تاریخچه علم ارگونومی(ادامه)

شروع تاریخچه ارگونومی را به پزشک معروف ایتالیایی رامازینی نسبت می دهند

واژه ارگونومی از کتاب معروف جاتروویسکی مستخرج شده است

شروع علم ارگونومی و توجه پزشکان و محققین به مباحث ارگونومی را به زمان رامازینی پزشک معروف ایتالیایی منصوب می دانند. بطوریکه ایشان در کتان معروف خود تحت عنوان «یافته های پزشکی کار» به مشکلات اسکلتی و عضلانی کارمندان دفتری اشاره نموده است. ایشان سه عامل؛ ایستادن، نشستن و حرکتهای تکراری دست را از مهمترین عوامل بروز مشکلات اسکلتی – عضلانی می داند

آقای جاستروویسکی اولین نفری بود که از واژه ارگونومی در سال ۱۸۵۷ در کتاب خود استفاده کرد. ایشان هدف از ارگونومی را در کتاب خود اینچنین تعریف می نماید:

کار انسان به دو شکل است کار مفید و کار مضر . ارگونومی مطالعه و وسیله ای برای بهبود کار مفید انسانی است. هدف ارگونومی تبدیل کار های مضر به کار های مفید است

تاريخچه علم ارگونومي (ادامه)

Frank Bunker Gilbreth

Lillian Moller Gilbreth

بهره وري   مطالعه حركات   خستگی

خانم و آقای گیلبرت اولین مهندسین صنایعی بودند که به تاثیر ارگونومی محیط کار بر مسایل بهره وری ، خستگی اشاره نمودند.

آنها مطالعات زیادی را روی خستگی و عوامل موثر بر آن انجام دادند.

اجزاء ارگونومی

اجزای ارگونومی

- ارگونومی سخت افزار
- ارگونومی محیطی
- ارگونومی نرم افزار یا شناختی
- ارگونومی کلان

ارگونومی سخت افزار

- طراحی همه ی سخت افزارهایی
- حوادث خطای مهندسی
- تعامل های انسان – ماشین

این جزء عمدتا به بررسی ویژگی های فیزیکی و کاربرد اطلاعات به دست آمده، در طراحی همه ی سخت افزارهایی مربوط است ، که در محیط کار ، خانه و اوقات فراغت مورد استفاده قرار می گیرد. این جزء از ارگونومی با کوشش های روانشناسان مهندسی برای توضیح علل حوادث آغاز شد . روانشناسان دریافتند که علت واقعی حوادث خطای اپراتور ها نبوده بلکه خطای مهندسی است . به طور خلاصه ، مهندسان طراح نتوانسته بودند به عوامل انسانی در طراحی کنترل ها و نشانگرها و بطور کلی تعامل های انسان – ماشین توجه نمایند و به این ترتیب طراحی شان دارای ویژگی خطا زا بوده است .

ارگونومی محیطی

- ارتباط انسان با محیط طبیعی و محیط های مصنوعی
- توانایی ها و محدودیت های انسان در برابر عوامل گوناگون محیطی
- طراحی محیط فعالیت انسان
- پایین آوردن فشار های محیطی وارد آمده بر انسان

آگاهی و درک ارتباط انسان با محیط طبیعی و محیط های مصنوعی از اهمیت ویژه ای برخوردار است که در ارگونومی محیطی بررسی می گردد . این جزء از ارگونومی ، با توانایی ها و محدودیت های انسان در برابر عوامل گوناگون محیطی ، مانند روشنایی ، گرما ، صدا و ارتعاش سرو کار دارد . از این بخش از ارگونومی در طراحی محیط فعالیت انسان استفاده می شود و هدف آن پایین آوردن فشار های محیطی وارد آمده بر انسان است .

ارگونومی نرم افزار یا شناختی

- پردازش اطلاعات ، استدلال و حل مسائل
- چگونگی دریافت و پردازش اطلاعات در انسان
- نگرش از ماهیت فیزیکی به سوی ماهیت شناختی کار

این بخش با فعالیت هایی مانند پردازش اطلاعات ، استدلال و حل مسائل در ارتباط است و به چگونگی دریافت و پردازش اطلاعات در انسان می پردازد . در این بخش از ارگونومی ، نگرش از ماهیت فیزیکی به سوی ماهیت شناختی کار جلب شده است . علت اصلی این امر ، پیدایش رایانه ها و سامانه های رایانه ای است

ارگونومی کلان

- ارگونومی خرد و ارگونومی کلان
- نگرش اجتماعی – فنی به طراحی سازمان
- تعامل انسان – محیط – ماشین – سازمان

به سه جزء قبلی از ارگونومی ، "ارگونومی خرد " گفته میشود زیرا به زیر سیستم های انسان ، ماشین و محیط بطور جداگانه توجه می نماید .

ارگونومی کلان یک نگرش اجتماعی – فنی به طراحی سازمانی و سرانجام نظام کار دارد .

گاهی این جزء را ارگونومی تعامل انسان – محیط – ماشین – سازمان می نامند .

بخش ۳

انرژی وکار(فیزیولوژی کار)

کار وانرژي در ارگونومي

- کار در صنعت
- از دیدگاه مهندسی صنایع
- کار از دیدگاه ارگونومي
- فيزيولوژي کار

کار در صنعت: عبارت است ازانجام وظیفه در یک سیستم بوسیله تاثیرات مشترک انسان بر مواد وقطعات کار و ایجاد یک محصول

کار از دیدگاه مهندسی صنایع: عبارت است از انجام فعالیتی که درراستای اهداف سازمان بوده و نتیجه آن سبب افزایش بهره وری در سازمان شود

کار از دیدگاه ارگونومی: کار عبارت است از مجموعه انرژی و اطلاعاتی که برای تحقق یافتن یک وظیفه کاری ،توسط انسان تجزیه وتحلیل شده و بکار گرفته می شود. این تعاریف کار دو مفهوم استاتیکی ودینامیکی را در بر می گیرد. که بعدا به آن خواهیم پرداخت. یکی از شاخه های علم مهندسی فاکتور های انسانی فیزیولوژی کار است که در آن به اثرات کار روی عملکردها فیزئولوژیک در بدن انسان می پردازد، نظیر ارزیابی ظرفیت انجام کار فیزیکی، اثرات خستگی روی کارایی و غیره.

کار ومصرف انرژي

- ظرفيت كار فيزيكى
- ميزان مصرف انرژى

ظرفيت كار فيزيكي به توانايي و ظرفيت كارگر براي توليد انرژي اطلاق مي‌شود. اين ظرفيت بستگي زيادي به انرژي در دسترس كارگر به شكل مواد غذايي و اكسيژن و مجموع انرژي فراهم شده به كمك فرآيندهاي وابسته به اكسيژن و مستقل از اكسيژن دارد.

ميزان مصرف انرژي در طول كار مجموعي از مصرف انرژي پايه و مصرف انرژي كار است. براي كار مداوم با شدت متوسط ، معمولا فرآيندهاي وابسته به اكسيژن نقش اصلي را در توليد انرژي دارند.

به ازاء مصرف هر ليتر اكسيژن ، حدودا ۴.۸ كيلوكالري (Kcal) انرژي آزاد مي‌شود. ظرفيت انجام كار بستگي به توانايي دريافت اكسيژن و تحويل آن به سلول‌ها جهت استفاده در اكسيداسيون مواد غذايي دارد. توانايي انجام كار زياد (سرعت بالا) منوط به دريافت اكسيژن زياد است.

فيزيولوژي كار

- موضوعاتی که در فیزیولوژی کار مطرح می شود عبارتند از:
  - انرژی حاصل از سوخت و ساز مواد مغذی
  - متابولیسم
  - محدودیت های انرژی در کار
  - خستگی
  - انواع کار ماهیچه ای
  - تغییرات سیستم های قلب- عروقی و تنفسی در حین کار و فعالیت
  - زمانبندی کار

فیزیولوژی علم چگونکی کارکرد اندام ها و دستگاههای مختلف بدن است. فیزیولوژی به ما می گوید که چگونه یک عضو از بدن کار می کند. برای مثال چه اتفاقی در بدن می افتد که دست ما حرکت می کند

- فیزیولوژی کار بخشی از علم فیزیولوژی است که به مباحثی مانند انرژی و چگونگی و تولید انرژی در بدن بحث می کند
- همچنین فیزیولوژی کار متابولیسم در بدن را مورد بحث قرار می دهد و به نحوه سوخت و ساز می پردازد. محدودیت های مصرف انرژی و عوامل موثر بر مصرف انرژی را مورد بحث قرار می دهد.
- خستگی را تحلیل کرده و فرایند خستگی را مورد بحث قرار می دهد. در فیزیولوژی کار می گوید چگونه خستگی جسمی در فرد ایجاد می شود.
- انواع کارهای کاهیچه ای را مرور کرده و به نحوه کار ماهیچه ای می پردازد
- بدن یک سیستم کامل و یکپارچه است لذا در انجام کار فقط ماهیچه ها نقش ندارد. لذا به چگونگی تغییرات در سیستم قلب و عروق و تنفس در زمان انجام فعالیت می پردازد.
- در نهایت با جمع بندی کلیه اطلاعات به زمانبندی کار و یا تعیین زمان کار و استراحت می پردازد

فيزيولوژي كار (ادامه)

در بحث فیزیولوژی کار دو مبحث مورد بحث می باشد:

- تولید (سوخت و ساز)
- مصرف انرژی

براى انجام كار نياز به انرژى است و بدن به عنوان يک كارخانه مولد انرژي ، اين انرژي را از سوخت و ساز مواد غذايي به دست مي آورد.

يكى از مباحثى كه در فيزيولوژى كار مورد بحث قرار مى گيرد نحوه توليد انرژى است كه چگونه سلول از مواد غذايى در دسترس توليد انرژى مى كند. همچنين نحوه مصرف انؤزى از ديگر مباحثى است كه در فيزيولوژى كار مورد بحث قرار مى گيريد

اما از ديدگاه فيزيولوژي كار در بدن انسان بايد ميان توليد و مصرف انرژي تعادل برقرار باشد. در غير اين صورت سبب بروز مشكلاتى در بدن مانند چاقى و يا لاغرى مى شود

انواع کار

متابولیسم هوازی

متابولیسم غیر هوازی

کار را با توجه به معیار های مختلف تقسیم بندی کرده اند. یکی از این معیارها مصرف اکسیژن است . براساس این معیار کار به دو دسته تقسیم می شود:

۱- کارهای هوازی

۲- کارهای غیر هوازی

در کار هوازی نقش اصلی را اکسیژن در دسترس سلول انجام می دهد و سوخت و ساز در چرخه ای بنام کربس صورت می گیرد

تفاوت کار هوازی و غیر هوازی

- میزان تولید انرژی
- تعداد آدنوزین تری فسفات
- محصولات ناشی از سوخت و ساز
- سرعت تولید انرژی

در مقایسه سیستم هوازی و بی هوازی مقدار انرژی حاصل از یک مقدار مشخص کربوهیدرات ها میزان تولید انرژی در متابولیسم هوازی سیزده برابر بیشتر از بی هوازی است.

انرژی دورن سلولی بصورت آدنوزین تری فسفات می باشد که معروف به ATPاست. در واکنش هوازی به ازای هر مولکول گلوکز ۲۹ تا ۳۰ مولکول آدنوزین تری‌فسفات تولید می‌نماید، در حالی که واکنش تنفس غیر هوازی تنها ۲ مولکول آدنوزین تری‌فسفات تولید می‌نماید

علاوه بر این هیچ فرآورده جانبی که منجر به درد یا خستگی شود در سیستم هوازی تولید نمی‌شود و نه فقط کربوهیدرات ها بلکه چربی و پروتئین هم می‌توانند به صورت هوازی سوخته شوند اگرچه توانایی این سیستم در سوزاندن چربی به معنی این است که این سیستم می‌تواند منبع عملاً نامحدود برای تامین انرژی باشد.

سوخت و ساز هوازی، انرژی را با سرعت کمتری در مقایسه با سیستم‌های بی هوازی فراهم می‌آورد.

متابوليسم غير هوازي

- اسيد لاكتيک سبب درد عضلات و خستگي مي شود
- فرايندهاي غيرهوازي در موارد زير رخ مي دهد:
  - بعداز ۱ تا سه دقيقه از شروع کار
  - در هنگام انجام کار سنگين

یکی از تفاوت های متابولیسم هوازی با غیر هوازی محصول تولید شده در این فرایند ها است که در هوازی محصول تولیدی CO2 و آب است که به راحتی از بدن توسط سیستم تنفسی و کلیه دفع می شود. در حالی که در محصولات تولیدی در فرایند غیر هوازی اسید لاکتیک است که بدن در دفع آن با مشکل مواجه است.
تجمع اسید لاکتیک در بدن عامل اصلی در بروز خستگی و درد عصلانی است .
فرایند های غیر هوازی معمولا با گذشت ۱-۳ دقیقه پس از شروع کار و همچنین در زمان انجام کارهای سنگین ایجاد می شود

توان هوازی

- توان هوازی (VO2) Aerobic Capacity
- حداکثر توان هوازی (VO2max) Maximum aerobic capacity

ظرفیت کار جسمی (PWC) Physical Work Capacity

- انسانها از نظر ظرفیت جذب و مصرف اکسیژن در بدن با یکدیگر تفاوت دارند. عوامل مختلفی بر ظرفیت جذب اکسیژن در بدن تاثیر می گذارد. این عوامل به طرق مختلف بر کارآئی دستگاههای تنفس، گردش خون و فعل و انفعالات داخل سلولی تاثیر می گذارند.
- به حداکثر اکسیژنی که در مدت یک دقیقه می تواند در بدن مصرف شود.، حداکثر توان هوازی (maximum Aerobic capacity) و یا اختصاراً توان هوازی (Aerobic capacity) می گویند و معمولاً آن را با VO2 و حداکثر آنرا با VO2max نشان می دهند. توان هوازی بر حسب لیتر اکسیژن در دقیقه بیان می گردد.
- از طرفی همانطور که میدانیم ، هر لیتر اکسیژن مصرفی در بدن حدود 4.8 کیلو کالری انرژی تولید می کند. بنابراین چنانچه توان هوازی در عدد 4.8 ضرب شود، "حداکثر توان جسمی"" Maximum physical capacity شخص برحسب کیلو کالری در دقیقه بدست می آید.

هر قدر توان هوازی یعنی ظرفیت جذب اکسیژن بیشتر باشد، توان جسمی نیز بیشتر خواهد بود و این به معنی آن است که شخص می تواند فعالیت های سنگین را بهتر و راحت تر انجام دهد. لذا توان هوازی معیار خوبی جهت بیان توانایی جسمی افراد برای انجام کار می باشد. اگر انسان با حداکثر توان هوازی خود به کار مشغول باشد، تنها برای چند دقیقه می تواند به آن کار ادامه دهد زیرا بدن قادر نیست برای مدت طولانی با حداکثر ظرفیت خود کار کند. بنابراین، گرچه توان هوازی معیار خوبی جهت بیان توانایی جسمی افراد می باشد، ولی نمی توان آن را بطور مستقیم مورد استفاده قرار داد. زیرا فعالیت های صنعتی اغلب در مدت طولانی (حدود ۸ ساعت در روز) انجام می شوند. لذا، بهتر است برای بیان توانایی جسمی افراد، درصدی از حداکثر توان هوازی که شخص می تواند برای مدت نسبتاً طولانی از آن استفاده کند، بکار گرفته شود.

از دیگر معیار های مورد توجه در توان هوازی ظرفیت کار جسمی یا PWC است. قابل ذکر است که ظرفیت کار جسمی عبارت است از، حداکثر مقدار انرژی که شخص می تواند برای ۸ ساعت (یک شیفت کاری) مصرف کند. بدون آنکه به سلامت او لطمه ای وارد شود و یا دچار خستگی گردد.

- پروفسور بینک برای بیان PWC موفق گردید تا فرمولی ارائه دهد که با آن می توان، حداکثر مقدار انرژی که یک شخص می تواند برای مدت معین بدون آنکه به سلامتی او لطمه وارد شده یا دچار خستگی شود، را تعیین نمود.

توان هوازی (ادامه)

- حداکثر توان فیزیک توصیه شده
- چگونگی تطابق با کار فیزیکی

ظرفیت انجام کار فیزیکی Physical Work Capacity(PWC)

- این اصطلاح نخستین بار توسط پروفسور بینک در سال ۱۹۶۲ مطرح گردید.

- PWC گویای بیشترین مقدار انرژی است که فرد می تواند بدون اینکه به سلامت خود آسیبی رساند در طول نوبت کاری ۸ ساعته مصرف کند.

- با توجه به این شاخص می توان حداکثر سختی کار یا بار کاری Work Load را با توجه به مدت زمان انجام کار تعیین کرد.
- بار یا فشار کار Work Load عبارت است از مقاومتی که کارگر برای انجام کار- که پارامترهای آن مستقل از ویژگیهای جسمی و روانی فرد است- باید بر آن غلبه کند.

- حداكثر توان هوازي VO_{2max} و حداكثر توان جسمي (حداكثرظرفيت انجام كار فيزيكي):

انسانها از نظر ظرفيت جذب و مصرف اكسيژن در بدن با يكديگر تفاوت دارند. عوامل مختلفي بر ظرفيت جذب اكسيژن در بدن تاثير مي گذارد:

1-فاکتور ها بدنی (somatic factors):سن-جنس اندازه بدن

2-فاکتورهای روانی (psychic factors):انگیزه-تلقی و نگرش

3-محیط(Environment):دما- رطوبت- ارتفاع

4-ماهیت کار (Nature of work):بار کاری- مدت کار- ریتم کار- روش کار

5-ویژگی های فیزیولوژکی ارثی (Inherited at birth)

اين عوامل به طرق مختلف بر كارآني دستگاههاي تنفس، گردش خون و فعل و انفعالات داخل سلولي تاثير مي گذارند.

به حداكثر اكسيژني كه در مدت يك دقيقه مي تواند در بدن مصرف شود، حداكثر توان هوازي (maximum Aerobic capacity)و يا اختصاراً توان هوازي(Aerobic capacity)مي گويند و آن را با VO2 Max نشان مي دهند. توان هوازي بر حسب ليتر اكسيژن در دقيقه بيان مي گردد.

- از طرفي همانطور كه ميدانيم ، هر ليتر اكسيژن مصرفي در بدن حدود ۵ كيلو كالري انرژي توليد مي كند. بنابراين چنانچه توان هوازي در عدد ۵ ضرب شود، "حداكثر توان جسمي"" Maximum physical capacity"شخص برحسب كيلو كالري در دقيقه بدست مي آيد.

- هر قدر توان هوازي يعني ظرفيت جذب اكسيژن بيشتر باشد، توان جسمي نيز بيشتر خواهد بود و اين به معني آن است كه شخص مي تواند فعاليت هاي سنگين را بهتر و راحت تر انجام دهد.

- لذا توان هوازي معيار خوبي جهت بيان توانايي جسمي افراد براي انجام كار مي باشد .

روشهای کاربردی تعیین ظرفیت کار فیزیکی(PWC)

روش مستقیم

روش غیر مستقیم

نوموگرام آستراند

روش مستقیم maximal:

- اکسیژن مصرف شده در هنگام انجام کار با شدت یا سختي کار رابطه مستقیم دارد.
- یعني هر چه شدت کار افزایش مي یابد مصرف اکسیژن براي کار در یك رابطه خطي فزوني مي گیرد . ضریب زاویه خط یاد شده به فرد انجام دهنده کار بستگي دارد وبراي افراد مختلف که کارهاي یکساني را انجام مي دهند متفاوت است و به توانایي جسمي فرد و امادگي بدن انها بستگي دارد .
- به همین ترتیب ضربان قلب انسان نیز با افزایش سختي کار بصورت خطي افزایش مییابد در این مورد نیز ضریب زاویه خط براي افراد گوناگون مختلف است .ضربان قلب هر فرد با توجه به سن وامادگي جسماني او داراي حداکثر مشخصي است و نمیتواند بصورت نا محدود افزایش یابد در نتیجه انسان قادر است تا حد معیني کار انجام دهد .

سن - ۲۲۰ = حداکثر ضربان قلب

البته این مقدار میتواند تا حدود ۱۰± متفاوت باشد.

- پس اگر انسان را به کاری بگماریم و شدت کار را رفته رفته افزایش دهیم وضربان قلب واکسیژن مصرفی را در هنگام کاراندازه گیری نماییم در زمانی که با افزایش سختی کار ،دیگر در ضربان قلب و اکسیژن مصرفی مشاهده نگردد به حداکثر توانایی مصرف اکسیژن (Vo2 max)یا بیشترین ظرفیت انجام کارMPWC فیزیکی رسیده ایم.
- نکته قابل ذکر اینکه در این روش شخص باید کارهایی را انجام دهد که حداقل ۷۰ در صد عضلات بدنش درگیر باشند.

وسایلی که به منظور اندازه گیری حداکثر ظرفیت یا توانایی انجام کار مورد استفاده قرار میگیرد:

– دوچرخه ارگومتر – نوار نقاله – پلکان

مزایای دوچرخه ارگومتر

بیشتر از وسایل دیگر در ازمایشگاهها کاربرد دارد .به وسیله این دستگاه میتوان دقیقا مقدار کار انجام شده را تعیین نمود. با توجه به این که شخص در حالت نشسته مشغول بکار است اندازه گیری ضربان قلب واکسیژن مصرفی در حین کار به راحتی امکان پذیر است . این روش باید در حضور پزشک انجام شود.

seca

روش کار با دوچرخه ارگومتر

ابتدا شخص بر روي دوچرخه مي نشيند سپس دستگاه ضربان قلب به فرد وصل شده و از فرد خواسته مي شود که از راه لوله مخصوص تنفس کند تا بتوان هواي بازدم را در داخل کيسهداگلاس جمع کنيم.

بار کاري از ۵۰ وات شروع و پس از ۵دقيقهضربان قلب واکسيژه مصرفي اندازه گيري ميشود. آنقدر بار کاري افزايش مي يابد تا به حد ماکزيمم ضربان قلب برسيم و با افزايش بار کاري افزايش ضربان صورت نگيرد.

در اين شرايط حداکثر اکسيژن مصرفي بدست مي آيد.

Vomax * 4.83=MPWC

.MPWC * 33%= PWC

روش غیر مستقیم (submaximal)

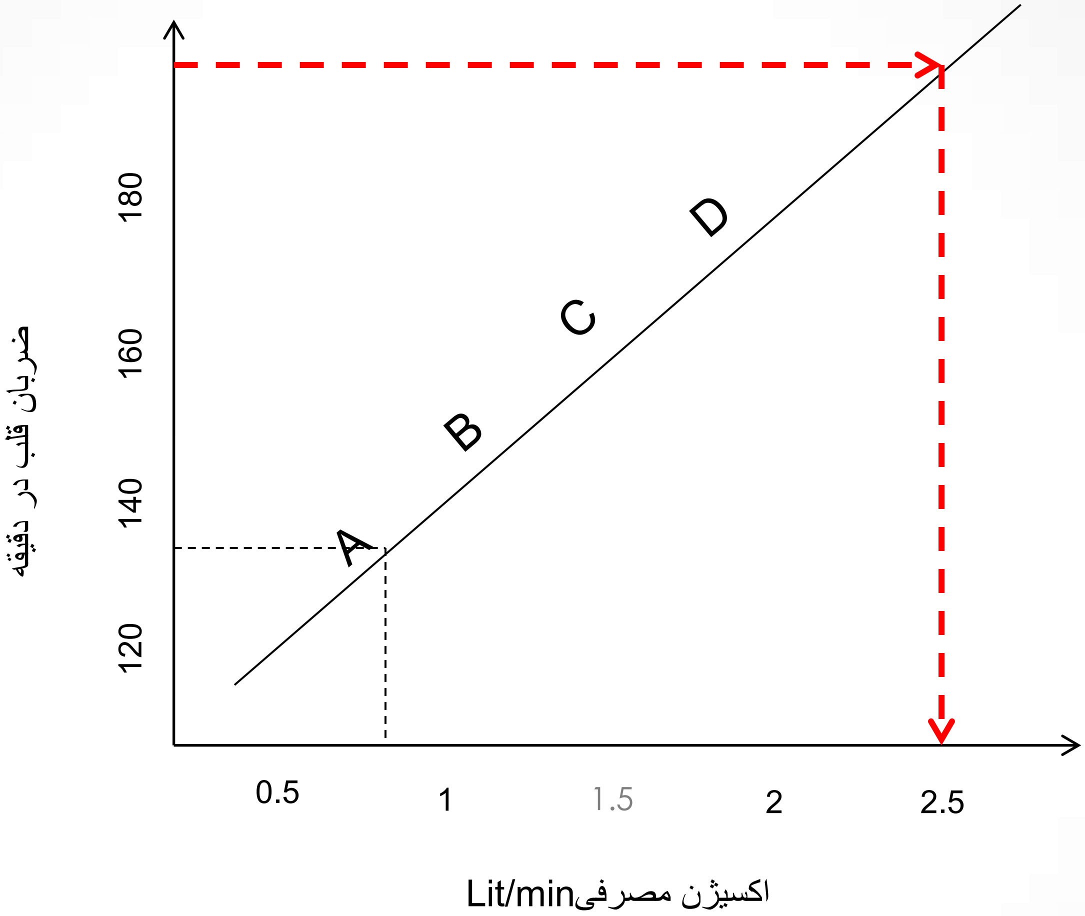
این روش مشابه به روش مستقیم است با این تفاوت که شخص قبل از رسیدن به حداکثر ظرفیت انجام کار دست از کار میکشد .

بدین ترتیب که با استفاده از یکی از وسایل (دوچرخه ارگومتر ، نوار نقاله ، یا پلکان) از شخص خواسته میشود در ۴ نوبت کاری با سختی های گوناگون کار را انجام دهد.

در هر نوبت ضربان قلب و اکسیژن مصرفی پس از ۴ دقیقه (در ابتدای دقیقه پنجم) که از اغاز کار گذشت بمدت یک دقیقه اندازه گیری میشود .

ارتباط ضربان قلب با اکسیژن مصرفی (یا سختی کار) را بصورت خطی ترسیم می کنیم.

چنانچه این خط را امتداد دهیم تا خط حداکثر ضربان قلب شخصی را که بر اساس سن تعیین می شود قطع کند. نقطه ای بدست می اید که تصویر ان بر روی محور اکسیژن مصرفی VO2 Maxخواهد بود.



VO_{2max} ×4.82 = MPWC

MPWC ×%33 = PWC

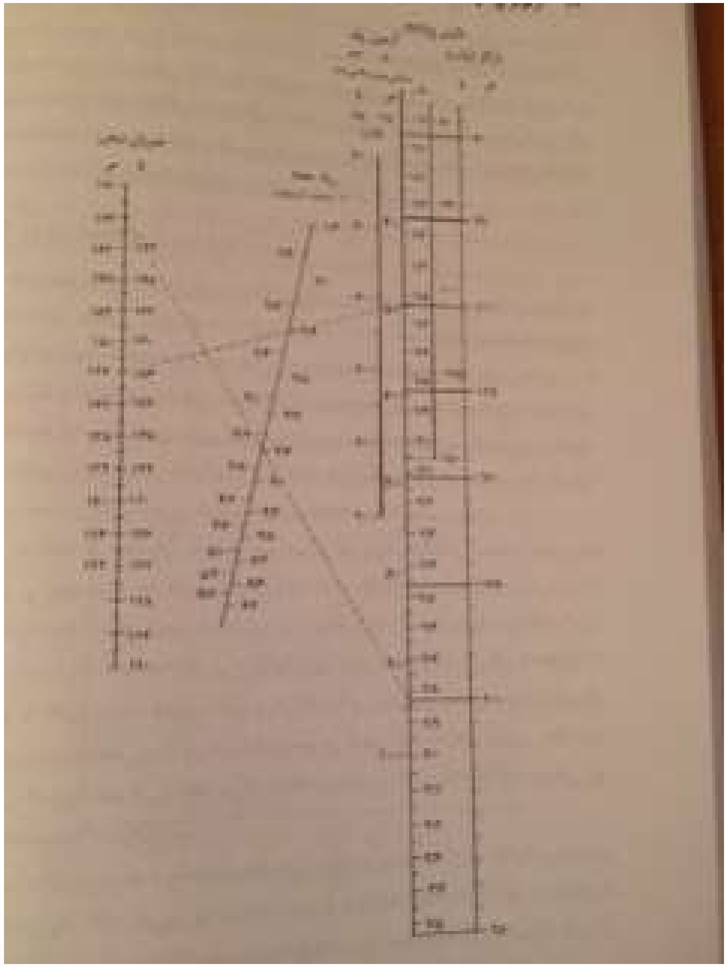
استفاده از نوموگرام آستراند

• با استفاده از این نموگرام مي توان با يك بار ازمايش بر روي دوچرخه ارگومتر یا پلکان و اندازه گيري ضربان قلب در حال کار و یا اکسیژن مصرفي به VO2 Max دست یافت. چنانچه بخواهيم از دوچرخه ارگومتر استفاده کنیم باید شخص بر روي دوچرخه کاري را انجام دهد که ضربان قلبش دست کم به بیش از ۱۲۰ ضربه در دقیقه برسد .

• سپس با دانستن **مقدار بار** بر حسب وات و اندازه گيري **ضربان قلب** در هنگام کار انها را بر روي محورهاي مربوطه مشخص کرده و خطي که این دو نقطه را بهم وصل مي کند ترسیم مینماييم . محور تلاقي این خط با محور VO2 Max نشان دهنده بیشترین ظرفیت انجام کار فيزيکي که بر حسب لیتر اکسیژن در دقیقه می باشد.

▪ چنانچه بخواهيم از پلکان استفاده نماييم براي مردان از پله ۴۰ سانتي متري و براي زنان از پله ۳۲ سانتي متري و فرد باید ۲۲.۵ بار در دقیقه به مدت ۵ دقیقه پله مزبور را بالا و پایين رود .

▪ وزن فرد بر حسب کیلو گرم و ضربان قلب او در هنگام انجام ازمايش را بر روي محورهاي مربوطه مشخص کرده و خطي که این دو نقطه را بهم وصل مي کند ترسیم مینماييم .محور تلاقي این خط با محور VO2 Max نشان دهنده بیشترین ظرفیت انجام کار فيزيکي که بر حسب لیتر اکسیژن در دقیقه بدست مي



توان هوازی (ادامه)

ظرفیت انجام کار افراد مورد مطالعه با استفاده از دوچرخه ارگومتر و بر اساس معادله فاکس تعیین می شود. این معادله ماکزیمم اکسیژن مصرفي را بر اساس مقادیر ضربان قلب بیشینه محاسبه مینماید. در این روش فرد به مدت ۵ دقیقه با سختي کار ۱۵۰ وات روي دوچرخه ارگومتر با سرعت یکنواخت رکاب می زند. بلافاصله پس از پایان دقیقه پنجم تعداد ضربان قلب در ده ثانیه شمارش و در ۶ ضرب شد . سپس با استفاده از معادله فاکس ماکزیمم اکسیژن مصرفي تعیین می گردد

[VO2 max (lit/min) = 6300 - 29/26 × HR max]

توان هوازی (ادامه)

$$PWC = \frac{\log 5700 - log t}{3.1} \times \text{MPWC (Kcal/min)}$$

tمدت زمان شيفت كاري افراد مورد مطالعه به دقيقه می باشد. هنگام انجام تست ارگومتر و اندازه گيري HR بايد شرايط دمايي محيط در دامنه ۲۶ -۲۳ درجه سانتيگراد باشد. در مورد افرادي كه سن آنها بيش از ۲۵ سال است، بايد عامل اصلاح سن آستراند مد نظر قرار گيرد كه مقدار آن ۰.۷۴۵ می باشد

رابطه Tuxworth - Shahnavaz

- فرد روي يك پله قرار مي گيرد (۴۰ سانتيمتري) با نرخ ۲۵ پله در دقيقه سپس از ناحيه گردن ميزان ضربان نبض اندازه گيري ميشود

$$indexb = \frac{(Hr_{30-60} + Hr_{90-120} + Hr_{150-180}) \times 2}{W(Kg)}$$

Hr: ضربان قلب(bpm)

$$V_{o2max} = 0.378b + 4.67$$

$$PWC = V_{o2max} \times 4.83$$

دو مسئله در اینجا مطرح است یکی حداکثر توان فیزیکی که در این خصوص بونجر (Bonjer) در سال ۱۹۷۳ مقدار ۳۳%
حداکثر توانایی شخص را بعنوان مقدار قابل قبول مصرف انرژی ارائه نمود که بیشتر مورد توجه وقبول واقع گردید.(البته اعداد دیگری از قبیل ۳۵و ۴۰ درصد بوسیله دانشمندان دیگر عنوان شده است) آنچه می‌توان در این زمینه متذکر شد دست یافتن به ارتباط منطقی مابین حداکثر توانائی انسان وتوانایی انجام کار است که محققین بدنبال آن بوده‌اند.

و دیگری چگونگی تطابق با کار فیزیکی که بطور کلی فعالیت باعث عکس العمل هائی در اندام های مختلف می گردد. این ارگان ها عمدتا" شامل دستگاه قلب و عروق- دستگاه تنفسی و دستگاه عضلانی بوده و عکس العمل های کوتاه مدت و دراز مدتی در اثر بار کاری از خود نشان میدهند.

برای تعیین ظرفییت کارفیزیکی PWC می باید حداکثر ظرفییت هوازی فرد را تعیین نمود و برای این کار باید متغییرهای فیزیولوژیک اکسیژن مصرفی (VO2) و ضربان قلب(HR) را در حین کار تعیین کرد.

ضربان قلب و اکسیژن مصرفی شاخص های مطمئن جهت تعیین ظرفییت کاری انسان در محیط های مختلف می باشد. در شرایط طبیعی ،دوعامل ضربان قلب و اکسیژن مصرفی با سختی کار رابطه خطی و مستقیم دارند.

پروفسور بینک برای بیان   PWCموفق گردید تا فرمولی ارائه دهد که با آن می توان، حداکثر مقدار انرژی که یک شخص می تواند برای مدت معین بدون آنکه به سلامتی او لطمه وارد شده یا دچار خستگی شود، را تعیین نمود.

یکی از روابطی که برای محاسبه ظرفیت کاری فرد کاربرد دارد رابطه بینک است که توسط توکسورد و شهنواز اصلاح شد.
همانطور که در رابطه مشخص است برای محاسبه ظرفیت کاری در قدم اول لازم است شاخص bمحاسبه گردد که برای آن ضربان قلب فرد در ثانیه های ۳۰ تا ۶۰ و ۹۰ تا ۱۲۰ و ۱۵۰ تا ۱۸۰ اندازه گیری شده و با هم جمع شده و در ۲ ضرب می گردد و سپس تقسیم بر وزن فرد بر حسب کیلوگرم می شود . دقت شود که ضربان ها باید از شریان گردنی اندازه گیری شود.
با محاسبه شاخص b با استفاده از رابطه بعدی میزان VO2 max یا حداکثر اکسیژن مصرفی اندازه گیری می شود
ب االندازه گیری حداکثر اکسیژن مصرفی از رابطه سوم میزان ظرفیت کاری فرد یا PWC اندازه گیری می شود.

تغییرات فیزیولوژیکی در بدن هنگام کار

تطبیق دستگاه تنفس

- افزایش دبی تهویه ریوی
- افزایش حجم جاری
- افزایش تعداد تنفس

تغییرات فیزیولوژیکی در بدن هنگام کار در دو بخش صورت می گیرد که در بخش اول تطبیق دستگاه تنفس بوده که مهمترین آن افزایش دبی تهویه ریوی است.

بطور کلی به حرکت هماهنگ هوا به داخل ریه‌ها ، تهویه ریوی گفته می‌شود. دبی تهویه ریوی ، مقدار هوایی است که انسان در مدت یک دقیقه با محیط خود مبادله می‌کند. مقدار این دبی از حاصل ضرب حجم جاریدر تعداد تنفس در دقیقه بدست می‌آید .

یک شخص بالغ در حال استراحت بین ۱۰ الی ۱۵ بار در دقیقه نفس می‌کشد و هر بار حدود ۶۰۰-۴۰۰ سانتی‌متر مکعب هوا را با محیط مبادله می‌کند. لذا دبی تهویه ریوی در حال استراحت بین ۹-۴ لیتر در دقیقه می‌باشد که در افراد مختلف متفاوت است.

در فعالیت‌های جسمی ، به منظور تأمین اکسیژن مورد نیاز عضلات ، دبی تهویه ریوی افزایش می‌یابد ، بطوریکه در فعالیت‌های شدید عضلانی ، این مقدار ممکن است حتی به حدود ۱۰۰ لیتر در دقیقه برسد. افزایش دبی تهویه ریوی در حین کار به دو طریق امکان پذیر است:

۱- افزایش حجم جاری.

۲- افزایش تعداد تنفس در دقیقه.

در عمل ، با شروع کار جسمی هر دو عامل افزایش می‌یابد و تنفس تندتر و عمیق‌تر از حالت استراحت می‌گردد.

تغییرات فیزیولوژیکی در بدن هنگام کار

تطبیق دستگاه تنفس (ادامه)

- فازهای افزایش دبی تهویه ریوی
  - فاز افزایش
  - فاز استقرار
  - فاز بازگشت

تغییرات دبی تهویه ریوی در حین کار را می توان در سه فاز مورد بررسی قرار داد:
الف) فاز افزایش: در این فاز پس از گذشت مدت بسیار کوتاهی از شروع فعالیت جسمی، دبی تهویه ریوی به میزان زیادی افزایش می‌یابد، این افزایش متناسب با شدت کار است، بطوریکه هر قدر شدت فعالیت زیادتر شود، میزان تهویه ریوی نیز بیشتر می‌شود. لیکن باید توجه داشت که افزایش تهویه ریوی، تنها تا حد معینی امکان پذیر است، این حد معین در افراد مختلف متفاوت بوده و به عنوان حداکثر تهویه ریوی محسوب می‌شود .
ب)فاز استقرار: در این فاز چنانچه شدت کار ثابت باشد، دبی تهویه ریوی نیز پس از گذشت چند دقیقه از شروع کار، در حد معینی که متناسب با شدت کار است، ثابت می‌ماند. در این حالت میان دستگاه تنفس و شدت کارتطابق حاصل شده است.
ج) فاز بازگشت: در این فاز پس از اتمام کار، دبی تهویه ریوی کاهش می‌یابد. لیکن مدتی طول می‌کشد تا میزان آن به حالت استراحت(یعنی میزان آن قبل از شروع به کار) برسد.به فاصله زمانی که بین ختم کار تا بازگشت به حالت طبیعی وجود دارد، دوره بهبودی می‌گویند.

تغییرات فیزیولوژیکی در بدن هنگام کار

تطبیق دستگاه گردش خون

- تغییرات در برون ده قلب
- تغییر در فشار خون و مقاومت عروق
- تغییر در ترکیب شیمیایی خون

تطبیق دستگاه گردش خون:

مهمترین وظیفه دستگاه گردش خون که شامل قلب و رگها می‌باشد، رساندن اکسیژن و مواد غذایی به سلولهای بدن و همچنین دفع مواد زائد و انیدریدکربنیک از سلولها می‌باشد.

مهمترین تغییراتی که هنگام کار در عمل دستگاه گردش خون ایجاد میشود، عبارتند از:

الف) تغییرات در برون ده قلب.

ب) تغییرات در فشار خون و مقاومت عروقی.

ج) تغییرات در ترکیب شیمیایی خون.

تغییرات برون ده قلب هنگام کار، در واقع مهمترین تغییری است که در عمل دستگاه گردش خون ایجاد می‌شود و به آن تطابق قلب گویند. لذا ابتدا تطابق قلب با کار و سپس تغییرات فشار خون هنگام کار را مورد بررسی قرار می‌دهیم.

تغییرات فیزیولوژیکی در بدن هنگام کار

تطبیق دستگاه گردش خون (ادامه)

- تغییرات در برون ده قلب
  - تطابق قلب با کار
  - افزایش حجم ضربه ای
  - افزایش ضربان قلب

- **تطابق قلب با کار:** افزایش فعالیت قلب هنگام کار را می‌توان در میزان برون ده آن مشاهده نمود. برون ده قلب عبارت است از مقدار خونی که در هر دقیقه از قلب خارج می‌شود. هر قدر برون ده قلب زیاد تر باشد، مقدار خون بیشتری به اعضای بدن فرستاده می‌شود.برون ده قلب از حاصل ضرب دو عامل ح**جم ضربه‌ای** که عبارت است از مقدار خونی که در هر ضربه از بطن خارج می‌شود و **ضربان قلب**که عبارت است از تعداد ضربه‌های قلب در مدت یک دقیقه. در حال طبیعی، در شخصی که در حالت استراحت باشد، قلب در هر دقیقه حدود ۷۰ بار ضربان دارد و هر ضربه حدود ۷۰ سانتی‌متر مکعب خون را خارج می‌کند. لذا برون ده قلب در حالت طبیعی واستراحت در حدود ۵ لیتر در دقیقه است.

افزایش حجم ضربه‌ای: با شروع کار وفعالیت، حجم ضربه‌ای افزایش می‌یابد، لیکن این افزایش تنها هنگام پیشرفت از حالت استراحت به کار متوسط دیده می‌شود و پس از آن با افزایش شدت کار، حجم ضربه‌ای ثابت می‌ماند. بعبارت دیگر، افزایش حجم ضربه‌ای تا فعالیت‌های متوسط ادامه دارد و ازدیاد برون ده قلب در فعالیت‌های متوسط تا سنگین تنها از طریق افزایش ضربان قلب امکان پذیر خواهد بود .

بدین ترتیب، هنگامی که فرد به کاری مشغول باشد که تنها ۴۰ درصد از حداکثر ظرفیت هوازی او را اشغال کرده باشد، میزان حجم ضربه‌ای به حداکثر مقدار خود رسیده است و پس از آن افزایش نمی‌یابد.

افزایش ضربان قلب: ازدیاد ضربان قلب در حین کار، یکی از عوامل مهم در افزایش برون ده قلب می‌باشد. زیرا حجم ضربه‌ای در فعالیت‌های متوسط به حداکثر مقدار خود می‌رسد و ازدیاد برون ده قلب در فعالیت‌های سنگین و خیلی سنگین تنها بدلیل افزایش ضربان خواهد بود.

تغییرات فیزیولوژیکی در بدن هنگام کار

تطبیق دستگاه گردش خون (ادامه)

- تغییرات در فشار خون
  - فشار سیستولی
  - فشار دیاستولی
- مقاومت عروق

تغییرات فشار خون و مقاومت عروقی:
فشار خون در اثر برخورد خون به جدار شریان ها بوجود می‌آیدو هنگام انقباض قلب که خون با حداکثر قدرت به داخل سرخرگ آئورت رانده می‌شود، فشار خون سرخرگی به حد اعلای خود می‌رسد و آن را اصطلاحاً فشار سیستولی یا ماکزیمم می‌گویند. در مرحله انبساط قلب، فشار کمتر شده و به حداقل خود می‌رسد که آنرا فشار دیاستولی یا می‌نیمم می‌گویند.
هنگام فعالیت جسمی، بعلت تغییرات برون ده قلب، فشار خون و مقاومت عروقی نیز تغییر می‌کند. این تغییرات بطور خلاصه عبارتند از :
۱- **فشار سیستولی:** فشار سیستولی با شروع کار، افزایش می‌یابد و پس از گذشت مدتی به تطابق با کار مورد نظر می‌رسد. یعنی اگر شدت کار ثابت بماند فشار سیستولی نیز ثابت خواهد ماند.
پس از اتمام کار، فشار سیستولی تا مدتی بالا بوده و بتدریج به وضعیت قبلی خود باز می‌گردد. هر چه کار زیادتر باشد، فشار سیستولی درمرحله تطابق(استقرار) بیشتر خواهد بود.
بنابراین تغییرات فشار خون سیستولی نیز مانند تغییرات ضربان قلب در حین کار در سه مرحله (فاز افزایش، فاز استقرار و فاز برگشت) انجام می‌شود.
۲- **فشار دیاستولی:** تغییرات فشار دیاستولی در حین کار بسیار کمتر از تغییرات فشار سیستولی است. با شروع کار، فشار دیاستولی افزایش بسیار کمی پیدا می‌کند وبعد از اتمام کار به سرعت به حالت طبیعی برمی‌گردد. در نتیجه فاز برگشت مانند آنچه در مورد فشار سیستولی ذکر شد، در مورد فشار دیاستولی وجود ندارد.
مقاومت عروقی: مقاومت عروقی در حین کار، کاهش پیدا می‌کند. این کاهش بعلت اتساع عروق مربوط به عضلات فعال رخ می‌دهد.

متابولیسم پایه

- مردان (70 kg): 1700 kcal/day ≅ 1.2 kcal/min
- زنان (60 kg): 1400 kcal/day ≅ 1.0 kcal/min

- عوامل
  - ✓ جنس
  - ✓ سایز
  - ✓ سن

محاسبه متابولیسم پایه :

متابولیسم پایه (Basal Metabolic Rate =BMR)، مقدار انرژی که بدن در حالت ناشتای صبح، بطوری که ۱۲ ساعت قبل چیزی نخورده ، نیاشامیده، و سیگار نکشیده ودر یک وضعیت روحی مناسب دراز کشیده(ولی نخوابیده) باشد ودر سلامت کامل،برای زنده ماندن نیاز دارد اطلاق می شود.در صورتی که هر کدام از شرایط فوق برای اندازه گیری متابولیسم پایه فراهم نباشد به جای متابولیسم پایه از واژه ی انرژی زمان استراحت (Resting Metabolic Rate = RMR)استفاده می شود.به طور معمول محاسبات براساس میزان انرژی زمان استراحت انجام می گیرد و مقدار آن ده درصد بیشتر می باشد ولی جهت سهولت در محاسبات آنها را معادل هم در نظر می گیریم.

برای محاسبه انرژی در زمان استراحت روش های متعددی وجود دارد:

۱-فرمول هریس – بندیکت: دراین روش انرژی مورد نیاز متابولیسم پایه بر حسب کیلوکالری در روز مطابق فرمول های زیر برای مردان و زنان قابل محاسبه می باشد.در این فرمول ها سن برحسب سال،قد برحسب سانتی متر و وزن بر حسب کیلوگرم در نظر گرفته می شود:

Revised Harris-Benedict BMR Equations(calories/day):
Male: (88.4 + 13.4 x weight) + (4.8 x height) – (5.68 x age)
Female: (447.6 + 9.25 x weight) + (3.10 x height) – (4.33 x age)
weight in kilograms, height in centimeters, age in years

Mifflin-St Jeor Equation(calories/day):
Male: (9.99 x weight) + (6.25 x height) – (4.92 x age) + 5
Female: (9.99 x weight) + (6.25 x height) – (4.92 x age) – 161
weight in kilograms, height in centimeters, age in years

فاکتور فعالیت:

افراد خیلی فعال = ۱/۳
متوسط = مرد ۱/۷ زن ۱/۶
کمی فعال = مرد ۱/۶ زن ۱/۵
سنگین = مرد ۲/۱ زن ۱/۹

انرژی پایِه را درفاکتور فعالیت ضرب می کنِیم. کالری مورد نیاز روزانه بدست می آید.

۶۵-۵۵% این کالری را برای کربو هیدرات ۳۰-۲۵% را برای چربی و ۲۰-۱۵% آن را برای پروتئین در نظر می گیریم.

برای محاسبه وزن نرمال به طریق زیر عمل می کنیم:

-زنان = ۴۵ +(۰/۹×۱۵۰ اختلاف قد از)

-مردان = ۴۸ +(۱/۱×۱۵۰ اختلاف قد از)

۳-روشی ساده ولی کاربردی:
در مردان یک کیلوکالری به ازای یک کیلوگرم وزن بدن در یک ساعت محاسبه می شود:
مردان:یک ساعت/یک کیلوگرم/یک کیلوکالری
و در زنان ۰/۹ کیلوکالری به ازای یک کیلوگرم وزن بدن در یک ساعت محاسبه می شود:
زنان: یک ساعت/یک کیلوگرم/۹. ۰کیلوکالری
مثال:انرژی زمان استراحت یک مردهفتاد کیلوگرمی به صورت زیر محاسبه می شود:

$$BMR=1*70*24=1680$$

بطور خلاصه برای محاسبه انرژی مورد نیاز زمان استراحت کافیست وزن را در ۲۴ ضرب کنیم.

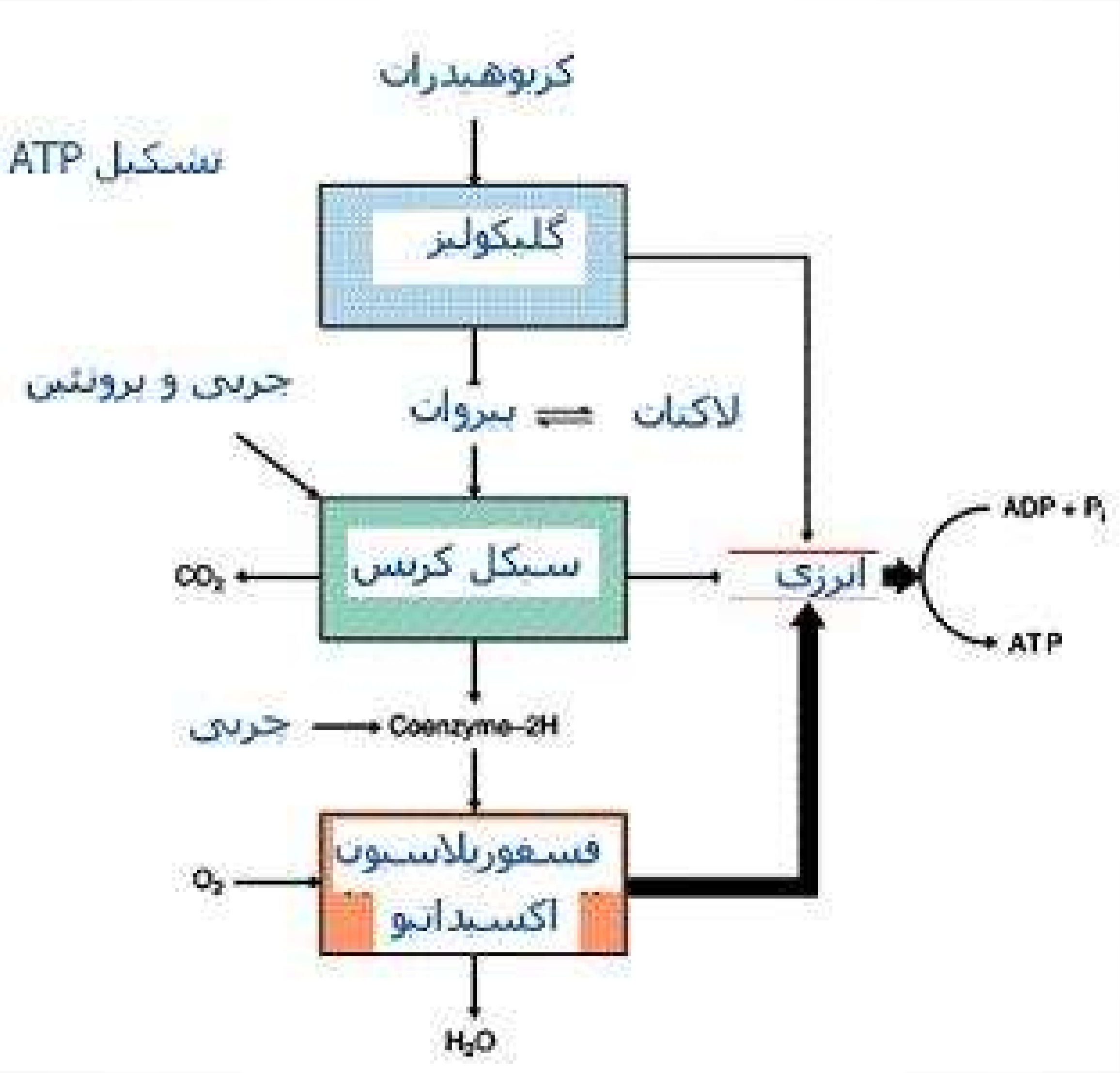
با یک روش ساده‌تر نیز می‌توان انرژی پایه را محاسبه کرد و آن استفاده از جدول WHO است. در این جدول بر اساس گروه سنی وزن‌تان را به جای W جاگذاری کرده و انرژی پایه را به‌دست آورید، سپس در فاکتور فعالیت ضرب کنید.

سن(سال)	مردان	زنان
3-0	(60/9 × W)-54	(61 x w)-51
10-3	495 + (22/7 × W)	(22/5 x w)+ 499
18-10	651 + (17/5 × W)	746 + (12/2 x w)
30-18	(15/3 × W) + 679	496 + (14/7 x w)
60-30	(11/6 × W) + 879	829 + (8/7 x w)
60 >	(13/5 × W) + 487	596 +(10/5 × w)

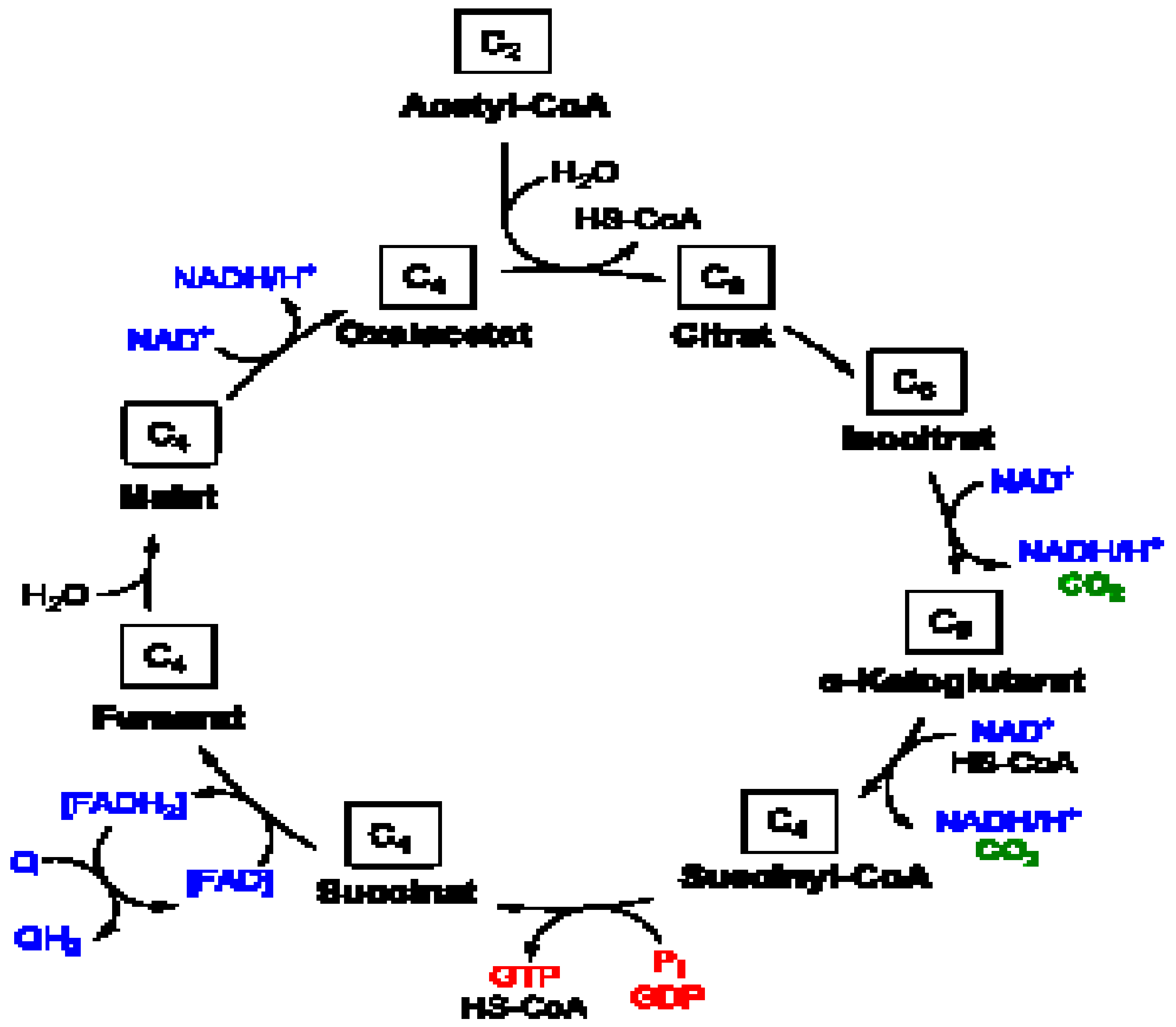
چرخه کربس

قندها در داخل بدن طی واکنشهایی به انرژی و مواد دیگر تبدیل می‌شوند. چرخه کربس یکی از مراحل تخریب قندها است که طی آن پیرووات حاصل از گیلیکولیز به انرژی تبدیل می‌شود. پیرووات طی یک سری واکنشهای منظم اکسید شده به استیل تبدیل می‌شود. استیل حاصل با کوآنزیم A ترکیب شده استیل کوآنزیم A را می‌سازد که در میتوکندری به ترکیبات ساده‌تر مبدل می‌گردد.

کربس در سال ۱۹۱۰ مشخص کرد که مکانیسم تبدیل پیرووات به ترکیبات ساده‌تر طی یک سری واکنشهای چرخه‌ای صورت می‌گیرد این چرخه به نام چرخه کربس معروف است. کربس این چرخه را **چرخه تری‌کربوکسیلیک اسید** **(TCA)** نامید.
در طی چرخه کربس چهار مرحله اکسایش انجام می‌گیرد که منجر به خروج دو مولکول CO_2 از باقیمانده پیکر قند ، یعنی استیل کوآنزیم A و آزاد شدن هیدروژن مثبت و بالاخره تشکیل مجدد اسید اگزالواستیک می‌گردد و این چرخه هشت مرحله دارد.



کربوهیدرات
تشکیل ATP
گلیکولیز
چربی و پروتئین
پیروات ⇌ لاکتات
سیکل کربس
CO_2
انرژی
ADP + P_i
ATP
چربی
Coenzyme–2H
فسفوریلاسیون اکسیداتیو
O_2
H_2O


C2
Acetyl-CoA
H2O
HS-CoA
C6
Citrat
C6
Isocitrat
NAD+
NADH/H+
CO2
C5
α-Ketoglutarat
NAD+
HS-CoA
NADH/H+
CO2
C4
Succinyl-CoA
GTP
HS-CoA
Pi
GDP
C4
Succinat
[FADH2]
[FAD]
Q
QH2
C4
Fumarat
H2O
C4
Malat
NAD+
NADH/H+
C4
Oxalacetat

متابولیسم کل

متابولیسم کل=

متابولیسم پایه (شرایط زندگي)

+

متابولیسم فعالیت (کار ، استراحت)

متابولیسم کار

- میزان انرژی که برای انجام یک کار مشخص لازم است.
- انسان در طول زمان کاری یک کار مشخص و ثابتی را انجام نمی دهد . لذا لازم است میزان متابولیسم از طریق مراحل زیر محاسبه و اجراء گردد.

1. تعیین یک شغل
2. آنالیز شغل
3. تعیین میزان متابولیسم در هر وظیفه از شغل
4. تعیین تاثیر کار خارجی روی هر کدام
5. میانگین زمانی متابولیسم های بدست آمده

در هنگام فعالیت عضلانی تغییرات زیر رخ می دهد:

حجم خون با دبی خون در هر ضربه افزایش می یابد (۵ لیتر در دقیقه در مواقع استراحت ، ۲۵ لیتر در دقیقه در انجام کارهای سنگین)

افزایش تعداد ضربان قلب (در ساعات عادی ۷۵ ضربه در دقیقه ۱۲۰ ضربه در دقیقه)

گشاده شدن رگهای خونی در بخشهای تحت فشار

روشهای اندازه گیری بارکاری و صرف انرژی در بدن

با ارزشیابی مقدار نیروی لازم برای کار و سنجش ویژگیهای فیزیولوژیک انسان می توان او را به کاری متناسب و در حد و اندازه های تحمل فیزیولوژیک گمارد. لذا سنجش و تعیین ظرفیت انجام کار فیزیکی یکی از موضوعات مهم در بخش فیزیولوژی کار است. ظرفیت انجام کار فیزیکی گویای بیشترین مقدار انرژی است که شخص می تواند بدون اینکه به سلامت خود آسیب رساند در طول نوبت کار ۸ ساعته مصرف کند. روشهای گوناگونی برای اندازه گیری ظرفیت انجام کار وجود دارد که عبارتند از :

اندازه گیری اکسیژن مصرفی

روش سنتی تعیین مصرف انرژی در حین کار اندازه گیری میزان اکسیژن دریافتی است. اکسیژن مصرف شده در هنگام انجام کار باشدت یا سختی کار رابطه ای مستقیم دارد. یعنی هرچه شدت کار افزایش می یابد ، انرژی مصرفی نیز افزایش می یابد. هرلیتر اکسیژن در بدن ۸۳/۴ کیلوکالری انرژی آزاد می کند و با توجه به مشخص بودن حجم اکسیژن مصرف شده می توان مقدار انرژی مصرفی را محاسبه کرد. مصرف اکسیژن را با دستگاه گازومتريك اندازه گيري مي كنند.

اندازه گیری ضربان قلب

تعداد ضربان قلب و در نتیجه با کار و دریافت اکسیژن افزایش می یابد و با اندازه گیری میزان ضربان قلب می توان با نمودار مصرف اکسیژن را محاسبه کرد.

حداکثر ضربان قلب با توجه به سن با فرمول زیر محاسبه می شود :

$$HR_{max} = 220 - Age$$

میزان مصرف انرژی کالریک در کار

Type of Work	kcal/min (total met)
light assembly	1.6
medium assembly	2.7
bricklaying	4.0
pushing wheelbarrow (115 lb load)	2.5
sawing wood	6.8
chopping wood	8.0
shoveling (16 lb loads)	8.5
climbing stairs with 17 lb load, suspended	9.0
climbing stairs with 22 lb load on shoulder	16.2

تقسیم بندی کار بر اساس میزان مصرف اکسیژن، ضربان قلب ومصرف انرژی

شدت کار	VO2 (لیتر بر دقیقه)	ضربان قلب (ضربه دردقیقه)	مصرف انرژی (کیلوکالری دردقیقه)
کار سبک	<۵/۰	<۹۰	<۵/۲
کار متوسط	۵/۰–۱	۹۰–۱۱۰	۵/۲–۵
کار سنگین	۱–۵/۱	۱۱۰–۱۳۰	۵–۵/۷
کار خیلی سنگین	۵/۱–۲	۱۳۰–۱۵۰	۵/۷–۱۰
کار فوق العاده سنگین	>۲	۱۵۰–۱۷۰	>۱۰

روش های مختلف زمانبندی کار واستراحت

- مصرف انرژی برای تعیین مقدار کار و زمان استراحت مورد نیاز بکار می رود و با تعیین آن می توان زمان های استراحت در کار را محاسبه نمود.

TR : زمان مورد نیاز برحسب دقیقه

m : میزان متابولیسم یا صرف انرژی برحسب کیلو کالری در دقیقه

۱/۵ : مصرف انرژی در حالت استراحت

$$T_R = \frac{480M - 2000}{M - 1/5}$$

روش های مختلف زمانبندی کار واستراحت

- فرمول مورل:

$$T_R = T_S\left(\frac{m - s}{m - 1/5}\right)$$

TR: کل زمان بازیافت بر حسب دقیقه
TS: مدت زمان کار برحسب دقیقه
m: میانگین مصرف انرژی Kcal / min
s: میزان مصرف انرژی استاندارد

- استراحت طبیعی واستراحت

اضافی:

$$T_R = \left(\frac{Kcal / min}{4} - 1\right) * 100$$

کار استاتیک ودینامیک

- از نقطه نظر فیزیولوژیکی ماهیچه دارای دو نوع فعالیت است :

۱- کار ماهیچه ای دینامیک ((فعالیت متحرک))

۲- کار ماهیچه ای استاتیک ((فعالیت ساکن))

- دو فرم از کار ماهیچه ای بصورت زیر می توانند شرح داده شوند:

۱- کار دینامیک بر مبنای یک تناوب ریتمیک از انقباض و انبساط ، فشار و راحتی مشخص می شود.

۲- در مقابل کار استاتیک بر مبنای حالت انقباض طولانی مدت از ماهیچه مشخص می شود که معمولا در یک حالت وضعی بکار می رود.

کار استاتیک ودینامیک

در وضعیت دینامیکی کار می تواند به عنوان محصولی از کوتاه شدن ماهیچه و غیره و نیروی بوجود آمده باشد و در طی کار استاتیکی ماهیچه اجازه گسترش ندارد و در حالت فشاری قوی باقی می ماند. در کار استاتیکی هیچ کار مفیدی بطور خارجی قابل دید نیست و نمی توان آنرا بر حسب فرمول وزن ضربدر تغییر محل محاسبه کرد. این وضعیت شبیه آهن ربایی است که یک جسم را با صرف نیرویی برای مدت ها نگه می دارد، بدون آنکه کاری انجام شود و حرکتی صورت گیرد. در جریان کار دینامیک مثلا راه رفتن ماهیچه تقریبا مانند پمپی روی جریان خون تائیر می گذارد. در هنگام انبساط ماهیچه خون را بطرف خود می کشاند و لذا جریان خون سرعت می گیرد و ماهیچه ۱۰ – ۲۰ بار بیشتر از حالت استراحت خون دریافت می کند در صورتی که در هنگام کار استاتیک عروق خونی تحت فشارند و لذا مقدار ناچیزی خون به ماهیچه می رسد.

کار استاتیک ودینامیک

در فعالیتهای دینامیک خونی که ماهیچه دریافت می کند، به منظور تامین نیاز اکسیژن لازم و حمل فضولات پدیده های شیمیایی داخل ماهیچه ای است. ماهیچه هائی که استاتیک مختصر انجام دهند، از خون اکسیژن و گلوکز دریافت ننموده و از مواد ذخیره ای خود استفاده می نماید و این مساله موجب می شود که فضولات ماهیچه ای دفع نشده بر هم انباشته شده و عامل درد فراوان و خستگی های ناراحت کننده می شوند. بدن انسان اغلب کار استاتیکی در طی زندگی روزمره انجام می دهد، زمانی که می ایستد یکسری از گروههای ماهیچه ای در پاها لگن و کمر و گردن برای دوره های طولانی تحت فشارند. البته این کار استاتیکی منجر به این می شود که ما بعضی از بخشهای بدن خودمان را در وضعیتهای قابل قبول نگه داریم. زمانی که می نشینیم کار استاتیکی روی ماهیچه آزاد می شود و فشار ماهیچه ای روی بدن کاهش می یابد، زمانی که دراز می کشیم تقریبا از تمام کار ماهیچه ای استاتیکی جلوگیری می شود و این بدین معنی است که وضعیت خوابیده استراحت بیشتری به همراه دارد.

کار استاتیک ودینامیک

کار دینامیک	کار استاتیک
سیکل تکراری انقباض و انبساط عضله	انقباض مداوم عضله
افزایش جریان خون به عضله	کاهش جریان خون به عضله
افزایش مصرف اکسیژن در عضله	عدم افزایش در مصرف اکسیژن درعضله
تولید انرژی به روش وابسته به اکسیژن	تولید انرژی به روش مستقل از اکسیژن

خستگی (Fatigue)

- تعریف خستگی : خستگی به وضعیتی می گویند که در آن نیاز بدن به انرژی از میزان انرژی حاصل از متابولیسم هوازی فراتر می رود.
- شرایط بروز و رفع خستگی: متابولیسم بی هوازی نیاز های انرژی بدن را تامین می کند. که در آن گلوکز خون پایین می آید و اسید لاکتیک افزایش می یابد.

قابل ذکر است که خستگی هنگام مواجهه فرد با خطر یا هیجان از بین می رود و همچنین در محیط کسل و یکنواخت بدون آنکه فرد فعالیتی انجام دهد خسته می شود.

یکی از مهمترین علل خستگی تجمع اسید لاکتیک در عضلات است که سبب درد و ناراحتی برای فرد می شود. در صورتیکه اسید لاکتیک تجمیع یافته در عضلات از عضله خارج شده و دفع گردد سبب رفع خستگی می شود.

انواع خستگی

- خستگی ماهیچه ای
- خستگی روانی
- خستگی موضعی
- خستگی عمومی
- خستگی مزمن
- خستگی حاد

خستگی ماهیچه ای ناشی از کار عضلانی بعلت تجمع اسید لاکتیک در عضلات پدید می آید.

خستگی روانی ناشی از فعالیتهای عصبی و فکری در انسان ایجاد می شود

خستگی موضعی نوعی از خستگی است که در یک عضو بدن مانند بینایی ایجاد می شود.

خستگی عمومی نوعی از خستگی کلی در بدن فرد است.

خستگی مزمن نوعی از خستگی است که در اثر تجمع خستگی در زمانهای طولانی اتفاق می افتد.

خستگی حاد، عبارتست از تجمع اسیدهای متابولیک در عضله،اختلال موضعی تراز الکترولیت ها در مایع عضلانی،تورم تارهای عضلانی و زردپی و کاهش مستقیم انرژی.

علل خستگی

- کار طولانی
- خواب کم
- نوبت کاری
- فعالیت کم و کارها ی تکراری
- انجام کارهای سنگین جسمی یا کار فکری
- کار مداوم بدون استراحت
- شرایط محیطی نامساعد

از مهمترین علل بروز خستگی می توان به :

1. کار طولانی در طول روز
2. خواب کم(بیدار شدن قبل از ساعت ۶ صبح و خوابیدن بعد از ساعت ۱۰ شب منجر به کسر خواب و تجمع آن می شود.)
3. نوبت کاری(شب کاری یا شیفت عصر بدلیل برهم زدن ریتم سیرکادین)
4. فعالیت کم،کارها ی تکراری،وظایف پایشی و مراقبتی

- انجام کارهای سنگین جسمی یا کار فکری
- کار مداوم بدون استراحت
- شرایط محیطی نامساعد از قبیل گرما،صدا، هوای نامطلوب

اثرات خستگی

- برهم زدن اعمال شناختی
- بروز خطا و حوادث
- بد خلقی
- افت مهارت
- کاهش هوشیاری
- بهم خوردن تمرکز
- کاهش زمان واکنش
- اثرات فیزیولوژيکي

از مهمترین اثرات خستگی می توان به مواردی از جمله موارد زیر اشاره نمود:

- برهم زدن اعمال شناختی مانند ایجاد مشکل در قضاوت و تصمیم گیری
- کاهش هوشیاری
- بروز خطا و حوادث
- بهم خوردن تمرکز
- بد خلقی
- کاهش زمان واکنش
- افت مهارت
- اثرات فيزيولوژيكي كه شامل سردرد ،گيجي ،تپش قلب و بيخوابي

بخش چهارم

روش های تجزیه و تحلیل شغل

تعریف تجزیه و تحلیل شغل

- برانیک و لوین در سال ۲۰۰۲ تجزیه و تحلیل شغل را بعنوان فرایندی نظامند که به واسطه آن ماهیت شغل مشخص می شود, تعریف می نماید.
- وظایفی که مرتبط به هم هستند ، به یک شغل تبدیل می شود. یعنی شغل مجموعه ای از وظایف مرتبط به هم هستند.
- تجزیه و تحلیل شغل در واقع زیربنای سایر اقدامات منابع انسانی است. بازطراحی کار ، برنامه ریزی منابع انسانی ، کارمند یابی ، انتخاب ، آموزش ، ارزیابی عملکرد ، جامعه پذیری ، برنامه ریزی مسیر حرفه ای و توسعه شغلی و ارزشیابی شغل از اهداف و فواید تجزیه و تحلیل شغل است.
- توجه کنید:

تجزیه و تحلیل شغل باید وضعیت فعلی انجام شغل را گزارش کند نه آنچه در گذشته وجود دارد و یا در آینده انتظار داریم

مراحل تجزیه و تحلیل شغل

بررسی همسویی مشاغل با اهداف و راهبرد های سازمان

↓

کسب اطلاعات لازم با استفاده از روش های مختلف تحلیل مشاغل

↓

تنظیم شرح شغل

↓

تنظیم شرایط احراز شغل

↓

بازطراحی شغل

گامهای اصلی انجام تجزیه و تحلیل شغل

1. وظایف تشکیل دهنده یک شغل را شناسایی و تفکیک کنید: برخی از مشاغل ممکن است دارای چندین وظیفه اصلی و فرعی باشند. زمانی که وجه اشتراک کافی میان برخی وظایف می تواند مفید واقع شده و پیچیدگی تحلیل را کاهش دهد.
2. نحوه انجام وظایف را مورد بررسی قرار دهید: برای مثال مهارتهای لازم برای انجام شغل ، ترتیب وظایف و این امر که آیا وظایف باید توسط یک فرد یا با همکاری و تلاش افراد یک گروه انجام شوند را مشخص کنید.
3. حوزه های اصلی مسئولیت را تعیین کنید: مسئولیت های اصلی شغل ، چه آنهایی که قاعده معینی پیروی می کنند و چه آنهایی که گاه و بیگاه انجام می شوند را مشخص کنید. این مسئولیتها را بر اساس درجه دشواری ، فراوانی و اهمیتی که در شغل دارند ، درجه بندی کنید.
4. شرایط کاری غالب را با توجه به جنبه های فیزیکی اجتماعی و مالی شغل ذکر کنید: محیط فیزیکی ، دما ، سرو صدا خطر یا تسهیلات اداری مناسب را در برمی گیرد. محیط اجتماعی با کار تیمی ، نوبت کاری یا کار انفرادی مرتبط است. شرایط مالی با سیستم پرداخت ، حقوق ، پاداش مزایا در وضعیت کنونی سازمان سروکار دارد.

گامهای اصلی انجام تجزیه و تحلیل شغل

5. الزامات فردی که شاغل باید از آنها برخوردار باشد را مشخص کنید: این الزامات شغلی می توانند در قالب پنج معیار طبقه بندی شوند. معیار اول ، به الزامات فیزیکی نظیر قوای عضلانی ، مشاغل دفتری ، حمل ونقل ، ساعت کاری و نظایر آن مرتبط است. معیار دوم ، به الزامات فکری نظیر توانایی محاسباتی یا کلامی باز می گردد. معیار سوم به مهارتهایی مانند هر نوع مهارت خاص فیزیکی- حرکتی یا مهارتهای اجتماعی مرتبط است. معیار چهارم در رابطه با تجربه مورد نیاز برای شغل است. برخی مشاغل نیازمند میزان قابل توجهی تجزیه حرفه ای و سطوح بالای مسئولیت ، کنترل و تصمیم گیری در کارهای قبلی هستند.آخرین معیار به شخصیت اشاره دارد که با مسایلی نظیر توانایی کار از طریق سایر افراد ، رهبری و انگیزه بخشی به دیگران ، کار با دیگران بدون اعمال نظارت تنگاتنگ و برخورداری از سطح معینی از برونگرایی یا نوعی از حالات شخصی جهت دست و پنجه نرم کردن با رویه های کند و راکد مرتبط است.

تجزیه و تحلیل شغل محور و شاغل محور

- روش های شغل محور: وظایف متعددی که در یک شغل انجام می گیرد را توصیف می کنند.
- روش های شاغل محور ، رفتارهایی که در انجام فعالیت های شغلی مورد نیازند ، را شامل می شوند.

تفاوت این دو نوع روش را با یک مثال بیان کنید!!!

روشهای تجزیه و تحلیل شغل

1. مشاهده
2. مصاحبه
3. ثبت جریان کار
4. گروه کانونی و نشست متخصصان
5. پرسشنامه تحلیل شغل

۱- مشاهده

یک فرم برای این روش
تهیه کنید

- مشاهده مستقیم جریان کار
- برای کار های ساده و یکنواخت کاربرد دارد
- مشاهده گر عنوان می کند که چه فعالیتی ، چگونه و با چه روشی در چه مدتی ، با چه وسیله ای ، با چه شرایط کاری انجام می گیرد.
- برای کارهای پیچیده چون زمان بر است کاربرد ندارد.
- معمولا این روش ترکیب با سایر روش ها می گردد.
- افراد آموزش دیده باید این کار را انجام دهند.
- می توان فرم های استاندارد و یکسانی را برای آن تهیه نمود.

از مهمترین عوامل مداخله گر تاثیر حضور مشاهده گر در روند کار

۲- مصاحبه

- متداول ترین شیوه جمع اوری اطلاعات درباره شغل.
- باید جو اعتماد ایجاد گردد.
- به دو روش انجام می گیرد:
  - آزاد: چهارچوب مشخصی و از پیش تعیین شده ای وجود ندارد.
  - بسته:کاملا مشخص و از پیش تعیین شده است.
- افرادی را باید انتخاب کرد که بیشترین دانش و اطلاعات را درباره شغل را داشته باشند.
- استفاده از فرم های استاندارد و سئوال های یکسان توصیه می شود
- بعد از پایان مصاحبه بهتر است اطلاعات جمع آوری شده را مرور کنید.

مهمترین مشکل در این روش ، دادن اطلاعات نادرست و طبقه بندی شده توسط افراد مصاحبه شده.

مهمترین سئوالات در مصاحبه عبارت است از

- وظایف اصلی و مهم شما در این شغل چیست ؟
- این شغل به چه تحصیلاتی ، تجربه ها و مهارت هایی نیاز دارد ؟
- در چه فعالیت هایی نقش داریدو نقش شما در این فعالیت ها چیست ؟
- مسئولیت های شغل شما چیست و در مقابل چه چیز هایی پاسخگو هستید ؟
- معیارها و استاندارد های سنجش کار شما چیست ؟
- کار شما به چه نوع کوشش های جسمی نیاز دارد ؟
- کار شما به چه نوع تلاش ها و توانایی های فکری و احساسی نیاز دارد ؟
- محیط و شرایط کاری شما چگونه است ؟
- وضعیت بهداشتی ، ایمنی محیط کار شما چگونه است ؟
- آیا در محیط کار در معرض خطرات قرار دارید ؟

۳- ثبت جریان کار (وقایع)

- در این روش از متصدی شغل خواسته می شود که همه فعالیت های خود را در طول روز انجام می دهد ، یاداشت نماید. ثبت جریان کار بهترین روش برای کسب اطلاعات دست اول در باره انجام کار است.
- ثبت فعالیت های روزانه ، کاری دشوار ووقت گیر است که برای مدتی باید ادامه یابد تا همه وظایف شغل ثبت شود.
- از این روش می توان برای مشاغل چند وظیفه ای استفاده نمود.
- ثبت وقایع به معنای آن است که خود فرد شرحی از فعالیت های روزانه خود را که طی یک دوره زمانی مشخص انجام می شود ثبت نموده و زمان انجام هر کار را مشخص نماید.

از مهمترین مشکلات آن طولانی بودن و خسته کننده بودن برای متصدی است. که سبب تقلب و سوء استفاده می گردد. همچنین زمان و هزینه آن بالا است.

مزیت این روش ایجاد مجموعه ای غنی از جزئیات مهارتهای شغلی می باشد.

۴- گروه کانونی(focus group)

- در گروه کانونی با همه کسانی که دارای مشاغل یکسانی در سازمان هستند یا گروهی از متخصصان امر یا سرپرستان به طور همزمان مصاحبه می شود. اطلاعاتی که از گروه کانونی کسب می شود دقیق تر و کامل تر از مصاحبه می شود.

از مشکلات این روش تاثیر گروه های خاص بر سایر اعضاء حاضر در جلسه و محافظه کاری آنها می شود که در نهایت باعث کاهش اثر بخشی و سودمندی می شود.

۵-پرسشنامه

- پرسشنامه ، کم هزینه ترین روش جمع آوری اطلاعات است که با استفاده از آن می توان در زمان کوتاهی اطلاعات زیادی به دست آورد. نکته مهمی که در طراحی پرسشنامه باید به آن توجه داشت این است که بهتر است سئوالها ترکیبی از سئوالهای جزئی ، دقیق ، کلی و عمومی باشد.
- نکته دیگراین است که تعداد سئوالات تا جایی که ممکن است کم باشد تا حوصله افراد را سر نبرد.
- سئولات ساده باشد و فهم آنها راحت باشد
- مشخص باشد که از جواب ها چه استفاده ای می شود کرد.
- نمونه ای از این پرسشنامه

مشکل اصلی این است که ممکن است پاسخ دهنده ها به تمام سئوالات پاسخ نداده و یا پاسخ درست ندهند.

پرسشنامه تحلیل پست (PAQ)

- یکی از ابزار های مناسب و رایج تحلیل شغل ، پرسشنامه تحلیل پست است.
- این پرسشنامه توسط مک کورمیک ارائه گردید است. این پرسشنامه فعالیت هر شغل را به شش طبقه اصلی تقسیم گردیده است:

1. داده های اطلاعاتی: شاغل اطلاعات مورد نیاز برای انجام شغل را چگونه و از کجا به دست می آورد ؟
2. فرایند های ذهنی: فعالیت های استدلال ، تصمیم گیری ، برنامه ریزی و پردازش اطلاعات که در انجام شغل لازم است.
3. خروجی کار: فعالیت های فیزیکی ، ابزار ها و تجهیزاتی که شاغل برای انجام شغل به کار می برد.
4. روابط با دیگران: روابطی که برای انجام شغل مورد نیاز است.
5. زمینه شغلی: زمینه اجتماعی و فیزیکی که کار در آن زمینه انجام می شود.
6. خصوصیات دیگر: سایر فعالیت ها ، شرایط و خصوصیات مرتبط با شغل

- ارزشیابی شغل از کاربرد های آن می باشد. پرسشنامه امتیاز دهی
- یک مثال

روش فهرست وظیفه task inventory

- این روش فهرستی از تمام فعالیتهای کاری است که جهت انجام شغل به وقوع می پیوندد. در این روش اطلاعات مربوط به شغل از شاغلان و سرپرستان جمع آوری می شود جمع آوری اطلاعات با استفاده از پرسشنامه یا با استفاده از روش های نظامند اجراء می گردد.
- اصلی ترین مرحله در این روش جمع آوری اطلاعات شغل به وسیله فرم فهرست وظیفه است. این فرم دو بخش دارد:

1. اطلاعات عمومی: در این بخش نام ، شماره ، جنس ، واحد سازمانی ، عنوان پست ، مدرک تحصیلی ، سن و .....
2. فهرست وظیفه: در این بخش فهرستی از وظایف در اختیاز پاسخ دهنده قرار می گیرد که از بین آنها وظیفه خود را پیدا می کنند. زمان لازم در بین طیف ۷ تایی (خیلی کم تا خیلی زیاد) انتخاب می کند.

از مهمترین مواردی که باید در طراحی پرسشنامه آنها را مد نظر قرار داد عبارتند از:

- برای کارمندان و کارگران قابل فهم باشد.
- جملات صریح ، کوتاه و مشخص باشد.
- هدف از تجزیه و تحلیل شغل مدنظر باشد
- ترتیب و توالی سئوالها منطقی باشد
- بخشی را برای عنوان نمودن وظایفی را که در پرسشنامه قید نشده.

task inventory روش فهرست وظیفه

- از مهمترین مسایل این روش را می توان در موارد زیر خلاصه نمود:
  - اجراء و توزیع پرسشنامه ، آماده سازی و تدوین فرم فهرست وظیفه فرایند طولانی است.
  - جمع آوری اطلاعات از سرپرستان و مسئولان پروسه سخت و طولانی است.
  - این روش بسیار انعطاف پذیر بوده و برای پوشش محدوده وسیعی از نیاز های مدیریتی می تواند توسعه یابد
  - برنامه نرم افزاری موجود است که برای راحتی کار و تسریع روش قابل استفاده است. (نرم افزار CODAP)

CODAP: Comprehensive Occupational Data Analysis Program

  - نمونه ای از پرسشنامه

تحلیل شغلی ارگونومیک AET

- این روش یک روش متشکل از ۲۱۶ سئوال است
- دراین روش مشاغل را در سه دسته کلی مورد توجه قرار می دهد:
  - تجزیه و تحلیل سیستم کاری (اهداف کاری ، تجهیزات ، محیط اجتماعیو فیزیکی)
  - تجزیه و تحلیل وظیفه (وظایف عینی ، ذهنی ، منابع انسانی ، تعداد و تکرار وظایف)
  - تجزیه و تحلیل نیاز مندیهای شغل (ادراک اطلاعات ، تصمیم گیری ، فعالیت)
- به هر سئوال پرسشنامه کد های A,E,S,D,F اختصاص داده می شود.
  - A : عناصر کاری که ایجاد استرس می کند
  - E : عوامل استرس زا
  - S : بیانگرمیزان اهمیت عواملی است که در شغل استرسزا است
  - D: مربوط به دوام و طول مدت استرس است
  - F : بیانگر فراوتنی استرس است
- از شاغل خواسته می شود که امتیاز ۰ — ۵ را بدهد
- مهمترین مزیت این روش شناسایی استاندارد هایی است برای یک شغل می توان تعریف نمود.

تحلیل شغلی روش های DOT و O,Net

تلاش های پژوهشگران در سال ۱۹۳۹ منجر به ایجاد واژه نامه سمت های شغلی یا DOT شد و در دفتر مدیریت پرسنل ایالات متحده نگهداری شد و یک پایگاه اطلاعاتی برای مشاغل فدرال ب استفاده از روش فهرست بسته تحلیل سیستمهای شغلی چند منظوره (MOSAIC : Multipurpose Occupational Systems Inventory- Closed Ended) توسعه داده شد. اما دو اشکال عمده بر DOT وارد است. اول مشکل نگهداری و دوم مشکل به روز رسانی که به منظور رفع این اشکالات انت شش گروه عمده از توصیف کننده های شغل با عناوین زیر مطرح اند:

1. الزامات شغل
2. نیازمندی های تجربی
3. ویژگیهای شاغل
4. الزامات شاغل
5. نیازمندیهای ویژه شغل
6. ویژگیهای حرفه شغلی

در بخش های آتی روش O,NET توضیح داده شده است.

تحلیل شغلی چند روشی یا ترکیبی

- یکی از روش های مفیدی که می توان با استفاده از آن به سنجش کار پرداخت ، پرسشنامه طراحی شغل چند روشی است. این پرسشنامه با توجه به ترکیبی از چهار رویکرد مفهوم سازی و سنجش شغل طراحی شده است:

1. رویکرد انگیزشی که شامل غنی سازی شغل ، توسعه شغلی ، انگیزه کاری درونی و سیستمهای فنی اجتماعی است.
2. رویکرد مکانیکی که از بحثهای کلاسیک مدیریت علمی و مهندسی صنایع نشات می گیرد. و بر تخصصی شدن وظیفه ، ساده سازی مهارتها و تکرار وظایف تاکید دارد.
3. رویکرد بیولوژی که روانشناسی کار و ارگونومی را در بر می گیرد و بر الزامات فیزیولوژیکی وظایف و عوامل محیطی تاکید می کند.
4. عوامل ادراکی – حرکتی که از مهندسی عوامل انسانی ، مهارتهای ادراکی و شناختی و پردازش اطلاعات گرفته شده است.

از آنجایی که دو یا چند روش تجزیه و تحلیل شغل را در کنار هم بکار می گیرند ، روش های ترکیبی نامیده می شوند و می توان آنها را به صورت زیر طبقه بندی نمود:

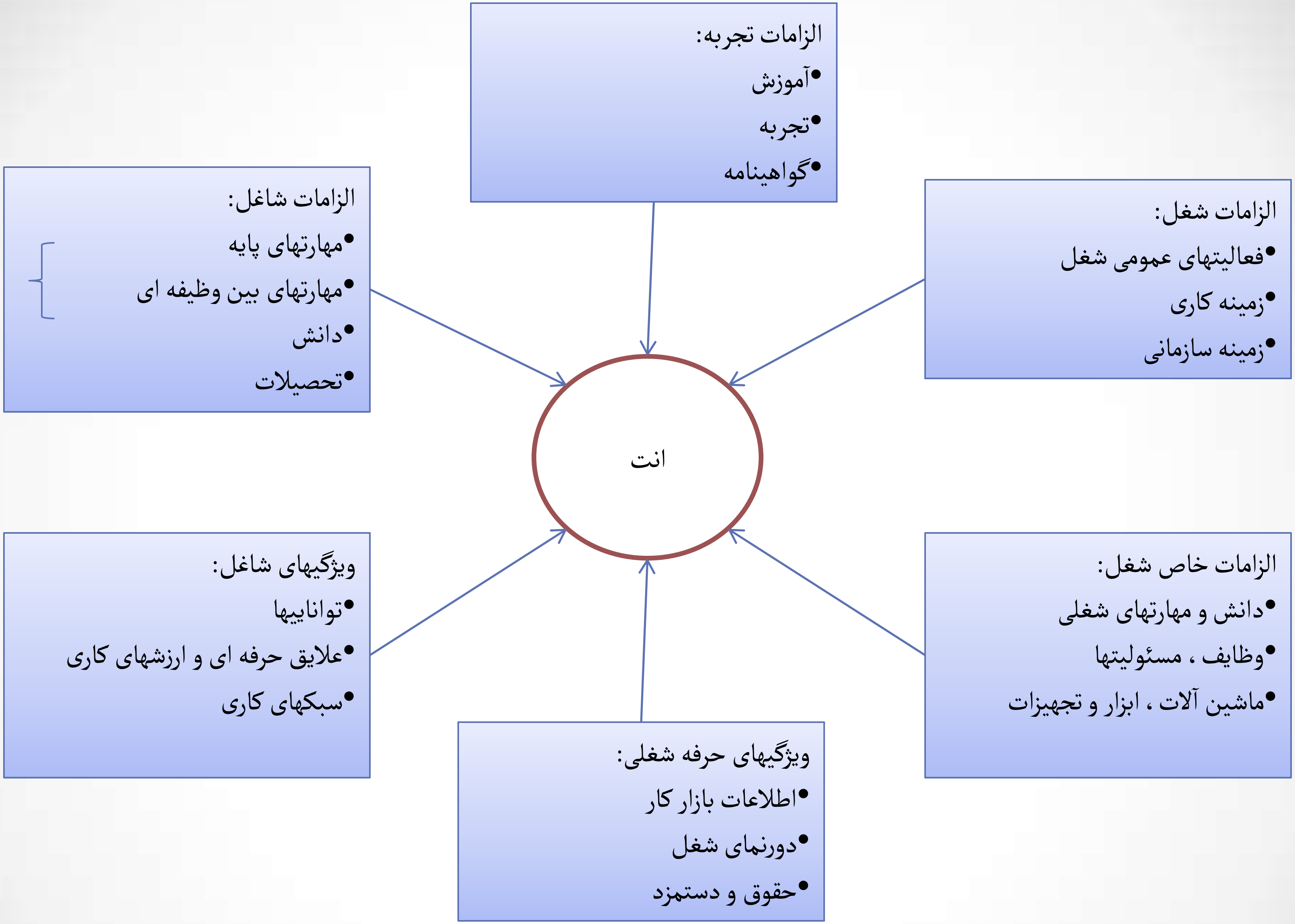
- روش تجزیه و تحلیل شغل ترکیبی C-JAM
- پرسشنامه طراحی شغل چند روشی MJDQ
- شبکه اطلاعات شغلی O,NET

بخش پنجم

تجزیه و تحلیل شغل در O,NET

الگوی محتوایی انت از شش طبقه اصلی تشکیل شده است که شغل و شاغل رلا توصیف می کنند.این طبقات شامل:

1. ویژگیهای شاغل ، که به تواناییها ، علایق حرفه ای ، ارزشهای کاری و سبکهای کاری اشاره می کند.
2. الزامات شاغل که از طریق تحصیلات و تجربه ایجاد می شوند و شامل دانش ، مهارت و تحصیلات هستند.
3. الزامات تجربه که به تجربه های ساختارمند و غیر ساختارمندی نظیر آموزش ، تجربه و گواهینامه ای کوتاه مدت که منجر به تسهیل عملکرد می شوند ، اشاره می کند.
4. الزامات شغل که در رابطه با توصیف شغل است و تدوین فعالیتهای عمومی شغل و زمینه سازمانی و شغلی را در بر می گیرد.
5. الزامات خاص شغل که نسبت به الزامات مرتبط با شغل اطلاعات خاص تری در اختیار قرار می دهند و وظایف و مسئولیتها ، دانش تخصصی شغل ، مهارتهای شغلی و ماشین ها و ابزار و تجهیزات مورد نیاز برای شغل را در برمی گیرد.
6. ویژگیهای حرفه ای شغلی که دیدگاه وسیع تری از اطلاعات بازارکار را ارائه می کند


الزامات تجربه:
•آموزش
•تجربه
•گواهینامه
الزامات شغل:
•فعالیتهای عمومی شغل
•زمینه کاری
•زمینه سازمانی
الزامات شاغل:
•مهارتهای پایه
•مهارتهای بین وظیفه ای
•دانش
•تحصیلات
انت
الزامات خاص شغل:
•دانش و مهارتهای شغلی
•وظایف ، مسئولیتها
•ماشین آلات ، ابزار و تجهیزات
ویژگیهای شاغل:
•تواناییها
•علایق حرفه ای و ارزشهای کاری
•سبکهای کاری
ویژگیهای حرفه شغلی:
•اطلاعات بازار کار
•دورنمای شغل
•حقوق و دستمزد

نمونه ای از الزامات شاغل و الزامات تجربه در انت

مهارتهای اسای و میان وظیفه ای	دانش	تحصیلات ، آموزش و تجربه
درک مطلب	هنر	سطح تحصیلات عمومی
ریاضی	زیست شناسی و فیزیولوژی	برنامه های آموزشی
خدمت محوری	عمران	آموزش های خاص
مکالمه	شیمی	مجوزهای لازم
متقاعد سازی	مواد	الزامات مورد نیاز برای کسب جواز
ارزیابی ایده ها	مالی	گواهینامه ها
تاسیسات	موسیقی	تجربه کاری مرتبط
مدیریت زمان	روانشناسی	
طراحی فناوری	فروش و بازاریابی	
پایش	حمل و نقل	

مهارتهای اساسی و میان وظیفه ای: قابلیتهایی هستند که به افراد در گسترش فعالیتهای کاری متعدد کمک می کند.

دانش اطلاعات مرتبط با رشته یا حوزه معینی نظیر هنر یا موسیقی

تحصیلات برای برخی ضروری و برخی غیر ضروری. و کسب دانش میان وظیفه ای و مهارتهای اساسی

الزامات تجربه: در برگیرنده آموزش های تخصصی شغلی ، تجربه کاری و گواهینامه های تخصصی است. الزامات تجربه را می توان با تحصیلات مقایسه نمود.

نمونه ای از ویژگیهای شاغل در انت

توانایی ها	علایق حرفه ای و ارزشهای کاری	سبک های کاری
بیان شفاهی	استفاده از توانایی ها	موفقیت / تلاش
ابتکار	موفقیت	پایداری
استدلال ریاضی	خط مشی های شرکت	انرژی
به خاطر سپاری و حافظه	خلاقیت	همکاری
چالاکی دستها	ارزشهای اخلاقی	توجه به دیگران
زمان واکنش	مسئولیت	خود کنترلی
استقامت	ایمنی	قابلیت اطمینان
دید نزدیک	جایگاه اجتماعی	انسجام و یکپارچگی
دید شب	تنوع	استقلال
حساسیت شنوایی	شرایط کاری	تفکر تحلیلی

توانابیها ، قابلیتهای بادوامی که به آن اندازه که می توان دانش ومهارتهای اساسی را به واسطه تجربه به دست آورد ولی به تجربه واسطه نیستند.

ارزش های کاری و علایق حرفه ای: به این مسائل می پردازد که آیا فرد شغل را انجام خواهد داد؟ چه چیزهایی از نظر او جالب است؟ چه چیز هایی منجر به رضایت و خشنودی او خواهد شد؟

سبک کاری: تقریبا شبیه به توانایی می باشند؛ سبکهای کاری با عملکرد و شخصیت مرتبطند. سبک های کاری به عنوان انواع رفتارهای عادی که در انجام کار ابراز می شوند.

نمونه ای از الزامات شغل در انت

فعالیتهای عمومی شغل	زمینه کاری	زمینه سازمانی
کسب اطلاعات مورد نیاز برای شغل	تعامل اجتماعی	توانمند سازی
قضاوت دربتره کیفیت اشیاء ، خدمات یا افراد		
تصمیم گیری و حل مسئله	کارکردن با افراد بدقلق	استقلال
تفکر خلاقانه	برخورداری از حریم شخصی در حوزه کاری	هویت وظیفه
جابجا کردن و نقل و انتقال اشیاء	انتشار اشعه	
کار کردن با کامپیوتر	کار در ارتفاع	تنوع در مهارت
مستند سازی و ثبت اطلاعات	وضعیت جسمانی	تعارض نقش
هماهنگی کار و فعالیتهای دیگران	لباس کار	تعیین هدف
آموزش دادن و تعلیم دیگران	آزادی عمل در تصمیم گیری	ارزشهای ریسک پذیری
جذب نیرو برای واحد های سازمان	سطح اتوماسیون	رهبری: الهام بخ
	آگاهی مستمر	

فعالیتهای عمومی شغل به معنای وظایفی است که در سطح وسیعی کاربرد دارند و می توانند برای مشاغل متعددی به کار گرفته شوند

زمینه شغلی در رابطه با شرایطی است که کار باید تحت آن انجام شود.

زمینه سازمانی به طور مشخص بسیاری از ویژگیهای سازمان می توانند بر نحوه انجام شغل تاثیر بگذارند.

الزامات خاص شغل و ویژگیهای حرفه شغلی

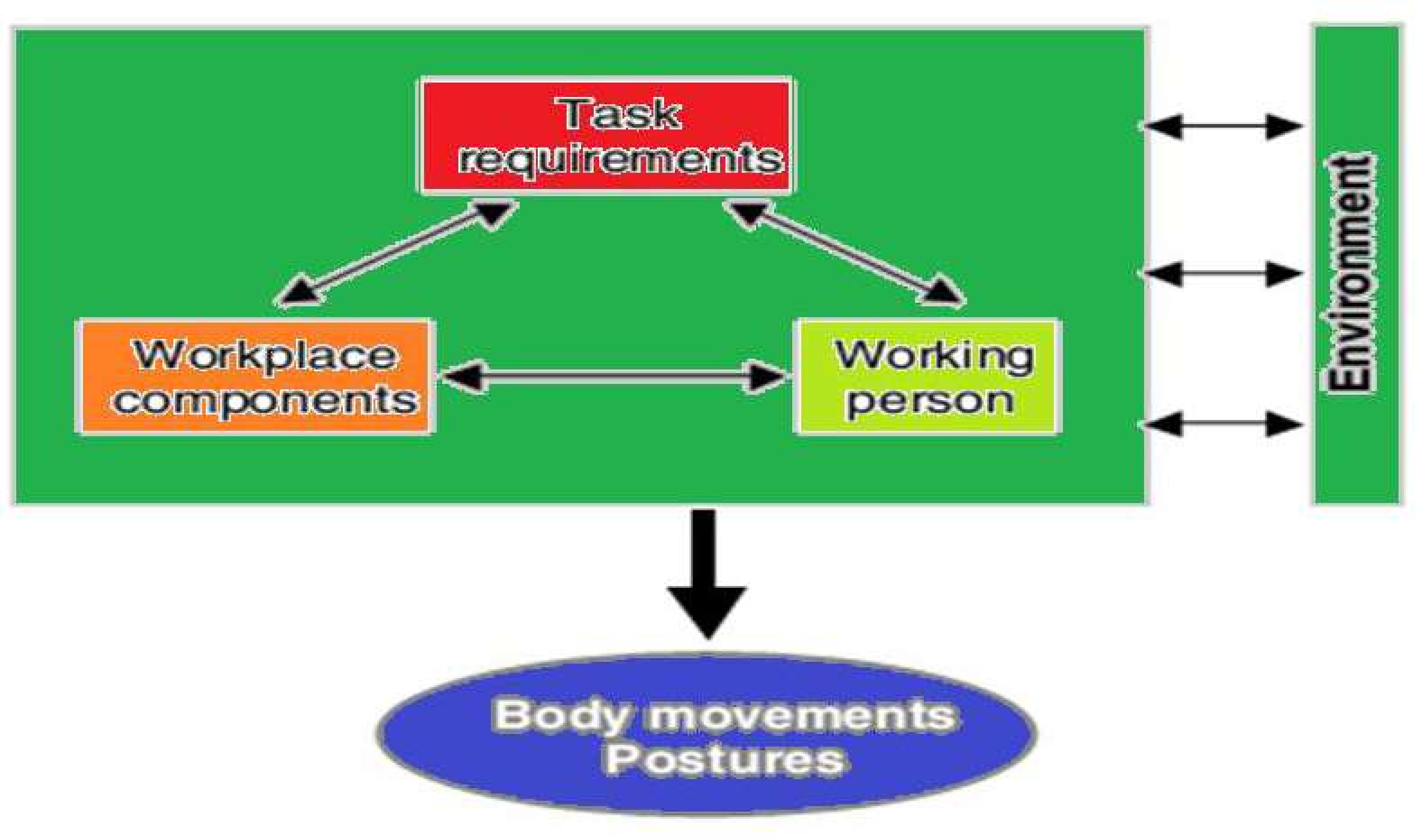
- وظایف خاص شغل ، منجر به تمیز دادن شغلی از شغل دیگر می شود. هر چند انت ، داده هایی پیرامون وظایف خاص شغل را هم در بر می گیرد ، اما برای هر شغلی ، تعداد وظایف محدودی ذکر شده است (حدود ۱۰ وظیفه). برای تحقق اهدافی چون طراحی برنامه های آموزشی لازم است اطلاعات مفصل تری درباره وظایف جمع آوری شود.
- ویژگی های خاص شغل شامل اطلاعات بازار کار ، دور نمای شغل و حقوق و دستمزد هستند. چنین اطلاعاتی برای برنامه های اموزشی و آموزش های توجیهی مفید هستند.

- یکی از مسایلی که در تجزیه تحلیل شغل وجود دارد کسب اطلاعات بسیار زیاد ساختار نیافته است که لازم است با صرف هزینه و وقت سازمان آنرا سازمان یافته و ساختاربندی نماید تا قابلیت استفاده داشته باشد. در اونت برای رفع این مسئله ۴۲ فعالیت بعنوان فعالیت عمومی تعریف شده است که اکثر مشاغل را می توان در غالب یک یا چند فعالیت از این ۴۲ فعالیت تعریف نمود و بجای اینکه ار فرد خواسته شود که کلیه کارهایی که در این شغل انجام می دهید را بیان نمایید. از فرد یا کمیته خبرگان خواسته می شود که آن دسته از فعالیتهای عمومی شغل را که به شغلشان مرتبط است را انتخاب کنند و وظایف مرتبط با هرکدام از فعالیتهای شغلی منتخب را بیان نمایند.
- از چالشهای این بخش از تجزیه و تحلیل توافق در انتخاب و رسیدن به توافق بر سر فعالیتهای عمومی در یک شغل توسط کمیته خبرگان می باشد. ۴۲ فعالیت عمومی تعریف شده در این روش عبارتند از.

اصول طراحی ارگونومیکی

...

ارتباط نيازهاي شغلی، مشخصات افراد شاغل، مشخصات محیط کار و عوامل محیطی در طراحی



کانون توجه طراحی در ارگونومی

- تاكيد بر روي انسان و بر هم كنش او با كالاها، تجهيزات، امكانات و راه كارها
- تاكيد روي انسان است برخلاف مهندسی كه تاكيد روي جنبه هاي فنی است
- تاكيد روي تاثير اشياء و محيط با هدف هرچه بهتر شدن
- قابليت ها، محدوديت ها و نيازهاي انسانی

اهداف طراحی درارگونومی

- افزایش کارایی، بازده انجام کار و فعالیت هاي دیگر، افزایش سهولت کاربرد، کاهش خطا
- تقویت برخی از ارزش هاي انسانی مطلوب نظیر افزایش ایمنی، کاهش خستگی و تنش، افزایش راحتی،
- افزایش مقبولیت نزد کاربر، افزایش میزان رضایت شغلی و بهبود کیفیت زندگی

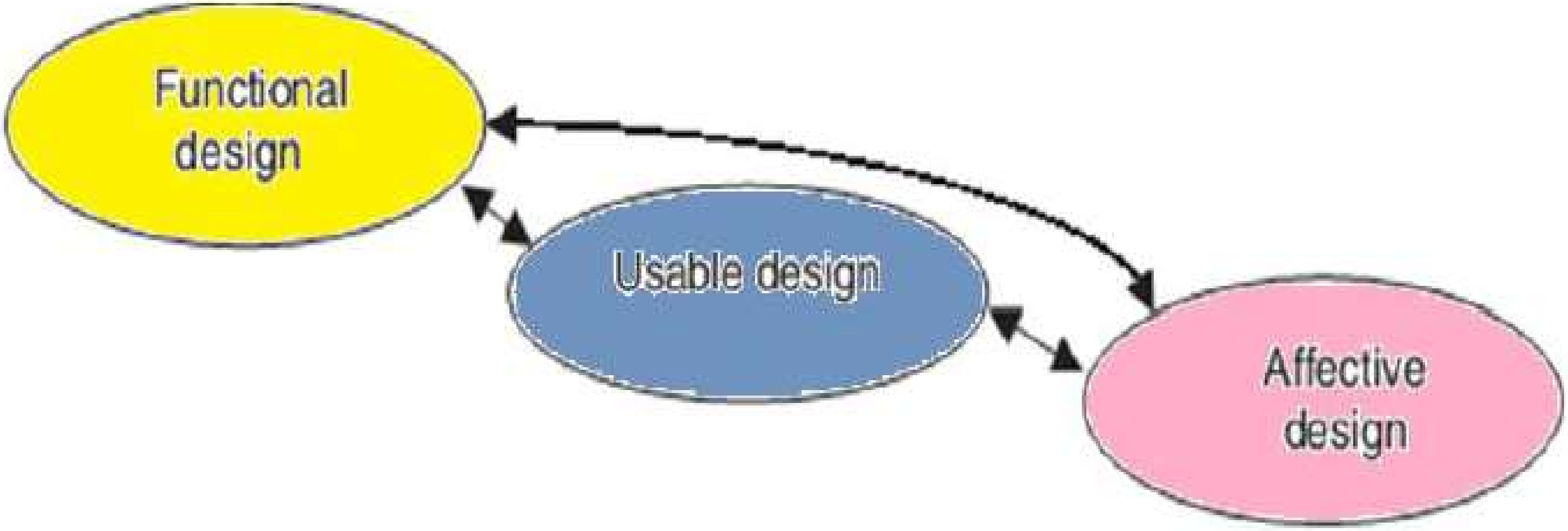
نتایج طراحی صحیح در ارگونومی

- ایجاد انگیزش
- افزایش بهره وري
- افزایش تولید
- احساس مسولیت
- مشارکت در پیشبرد اهداف
- آمادگی همیشگی براي هرگونه دگرگونی و اصلاح

انواع طراحی از نظر موضوع طراحی

- طراحی ایستگاه کار
- طراحی ابزار و تجهیزات
- طراحی محیط کار
- طراحی سازمان
- طراحی سیستم انسان - ماشین

فاکتورهای تعیین کننده درطراحی



Design for:	Performance	Usability	Affect and Pleasure
Supporting disciplines:	Science/engineering: mechanical, materials, chemical, etc.	Human factors, HCI, physiology, anthropometry, biomedical engineering	Psychology, sociology, aesthetics, philosophy, neurology

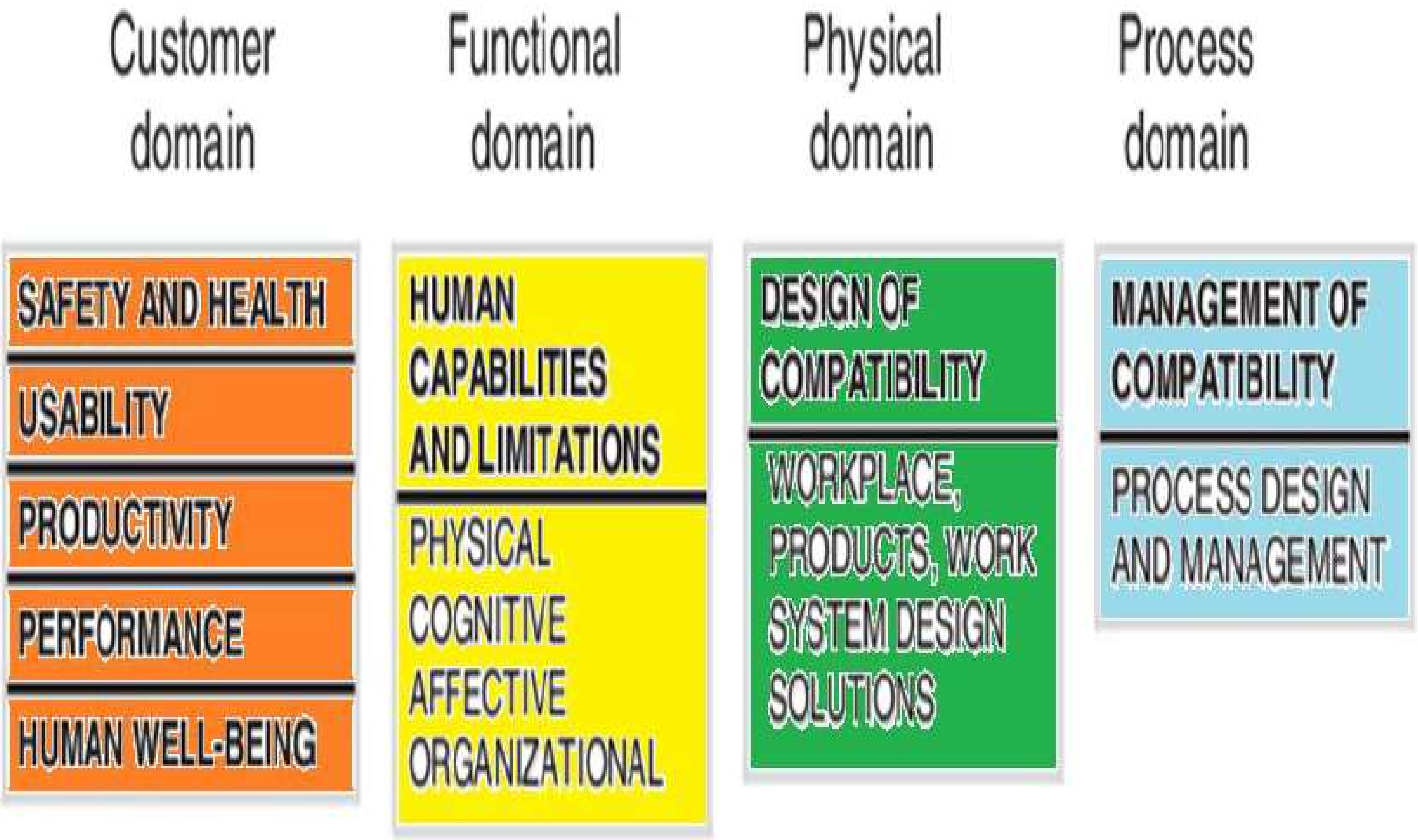


Figure 8 Four domains of axiomatic HFE design. (After Karwowski, 2005.)

مراحل طراحی از دیدگاه ارگونومی

تعيين جمعيت هدف

- جمع آوري اطلاعات در باره شغل (آنالیز شغل)
- جمع آوري اطلاعات در باره کارگران و محیط کار
- بازدید، مصاحبه با کارگران و سرپرستان
- بررسی منابع، کتب و...

تعیین روش طراحی

تعیین ابعاد مورد نیاز

تعیین محدوده تحت پوشش طراحی(صدك)

اندازه گيري/جستجوي ابعاد

تصحیحات ابعاد

Percentile Values with their *k* factors

Below Mean		Above Mean	
Percentile	Factor *k*	Percentile	Factor *k*
1	−2.33	55	0.13
5	−1.64	60	0.25
10	−1.28	80	0.84
15	−1.04	85	1.04
20	−0.84	90	1.28
40	−0.25	95	1.64
50	0	99.999	4.26

ملاحظات مهم در طراحی ایستگاه کار

- آنتروپومتری
- ارتباطات
- حرکت
- نیازهای دیداری
- نیازهای شنیداری
- نیازهای اجتماعی

اصول کلی طراحی ایستگاه کار

- طراحی برای جمعیت استفاده کننده
- وجود فضای کافی برای جاگیری کارگر
- اجتناب از خمش و وضعیتهای غیر طبیعی
- اجتناب از کشیدگی بازو به جلو یا طرفین
- طراحی برای وضعیت نشسته و اجتناب از کار طولانی دروضعیت ثابت

- حرکات بازو در جهت مخالف یکدیگر یا متقارن
- محل انجام کار در بهترین فاصله از چشم اپراتور
- قرار دادن ابزار و قطعات بترتیب استفاده
- نصب ابزارها بطریقی که کارگر براحتی از آنها استفاده نماید
- رعایت فاصله دسترسی راحت
- استفاده از تکیه گاه دست در صورت نیاز
- پوشاندن لبه ها و گوشه هاي تیز با لاستیک یا پدینگ
- اجتناب از چرخش تنه
- اجتناب از بلند کردن اشیا سنگین یا حجیم بالاتر از ارتفاع شانه
- اجتناب از خمیده شدن مچ در کارهاي تکراري

مراحل طراحی از دیدگاه ارگونومی

تعیین جمعیت هدف

- جمع آوري اطلاعات در باره شغل (آناليز شغل)
- جمع آوري اطلاعات در باره كارگران و محيط كار
- بازديد، مصاحبه با كارگران و سرپرستان
- بررسی منابع، كتب و...

تعيين روش طراحی

تعيين ابعاد مورد نياز

تعيين محدوده تحت پوشش طراحی(صدك)

اندازه گيري/جستجوي ابعاد

تصحيحات ابعاد

مراحل طراحی از دیدگاه ارگونومی

- ساخت ماکت(پروتوتایپ)
- تست پروتوتایپ
- ساخت نمونه واقعی
- ارزیابی
- بهبود طراحی

تصحيح ابعاد

در اندازه هایی که کلاه تاثیر گذار است مانند طول قد باید:

-براي کلاه معمولی ۲۵ میلیمتر

-براي کلاه ایمنی ۳۵ میلی متر اضافه شود

در اندازه هایی که کفش تاثیر گذار است مانند ارتفاع شانه باید:

-براي مردان ۲۵ میلی متر

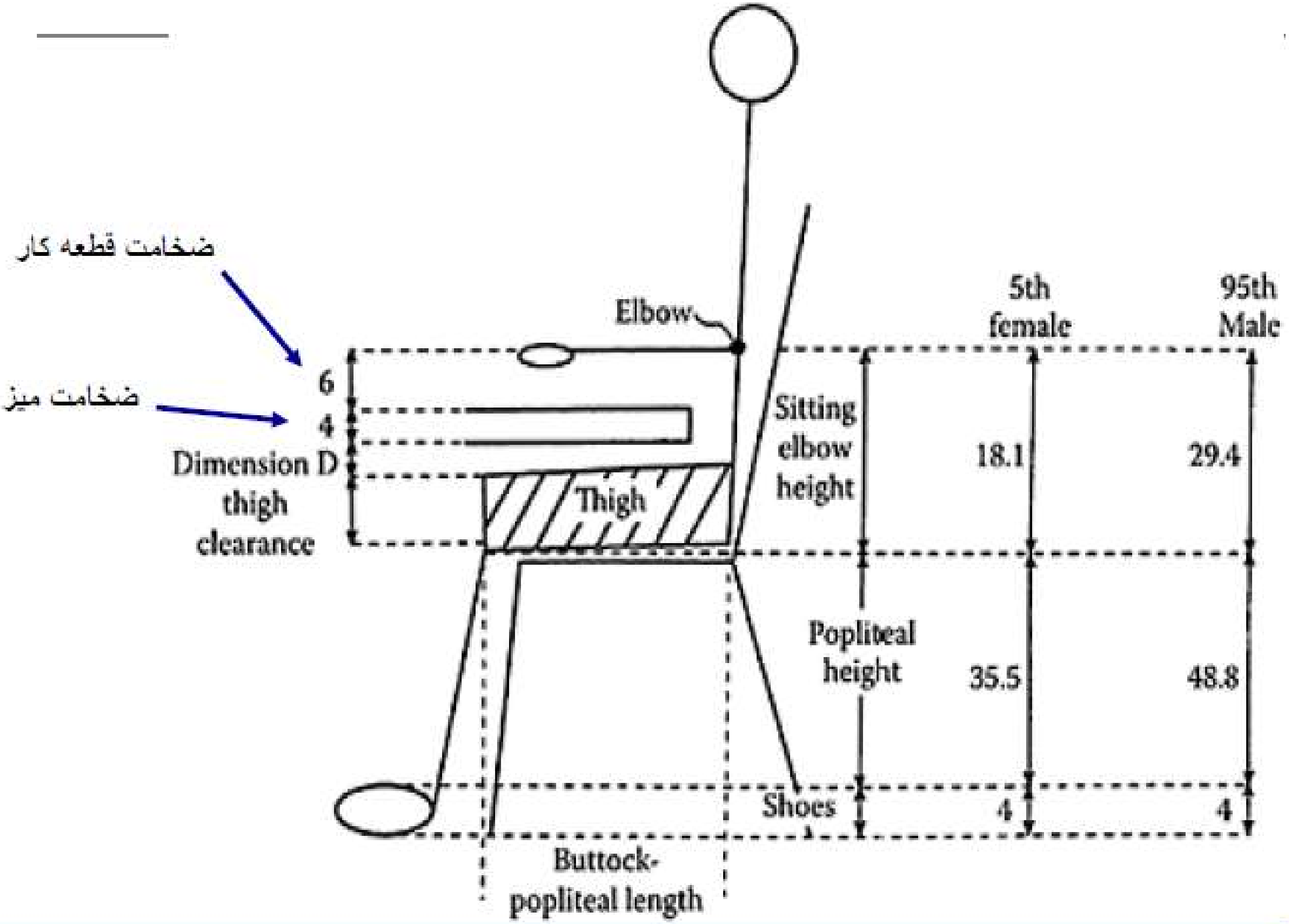
-براي کفش زنان ۴۵ میلی متر اضافه شود

در اندازه هایی که لباس تاثیر گذار است مانند پهناي شانه باید:

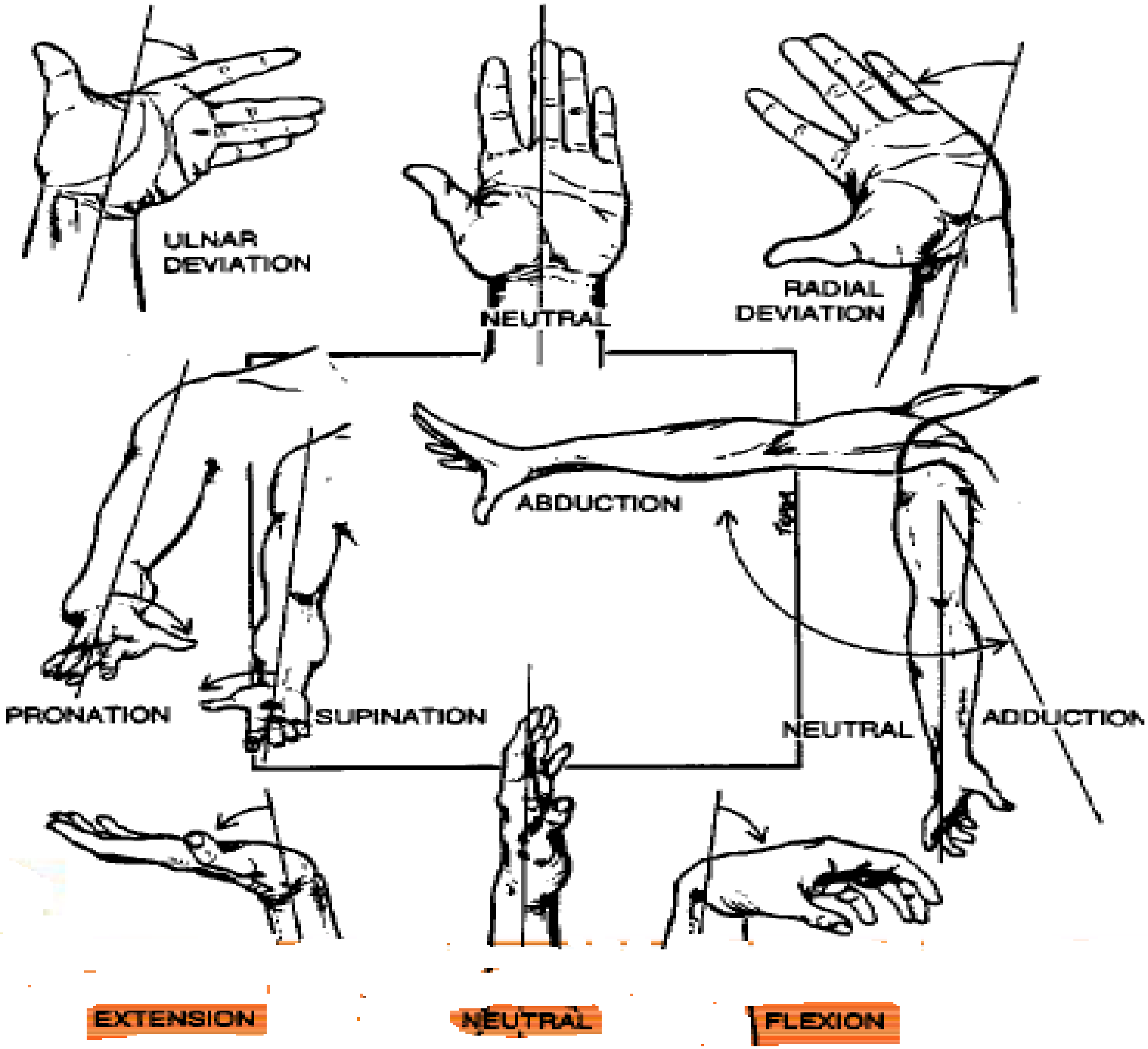
-براي لباس منزل ۱۰ میلی متر

-براي لباس سنگین ۴۰ میلی متر اضافه شود

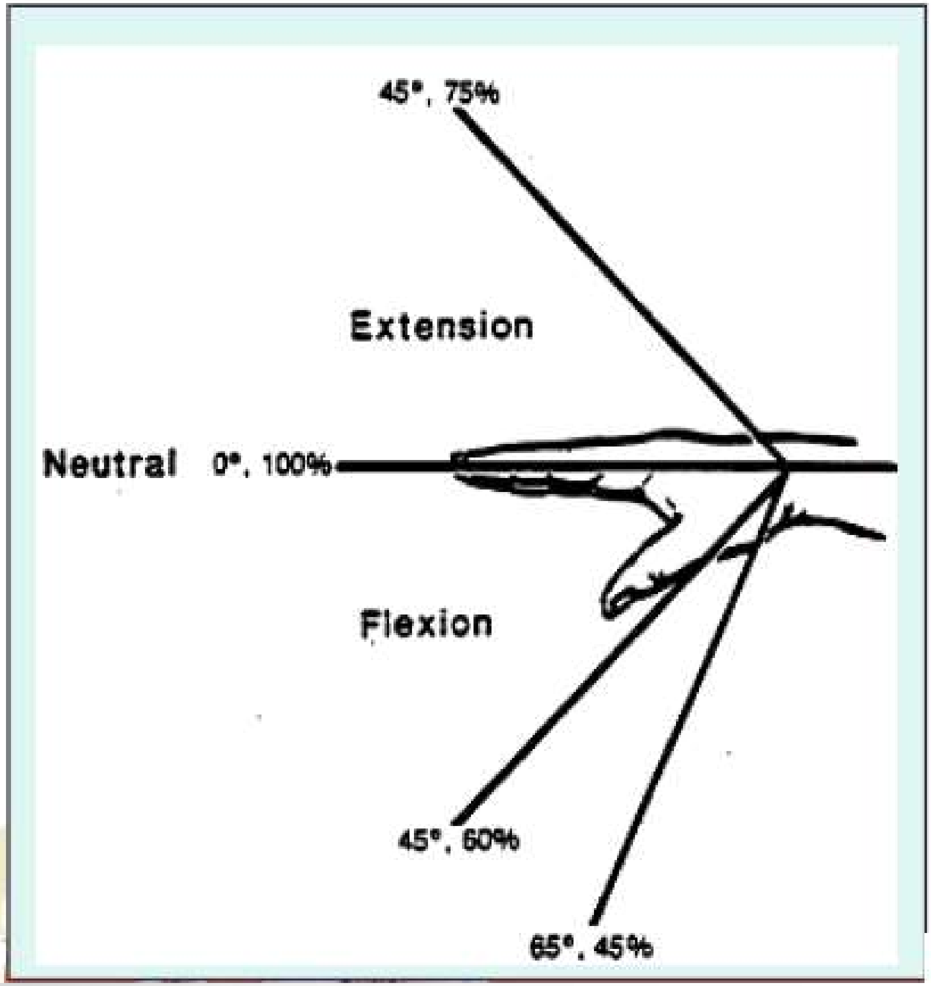
طراحی میز و صندلی

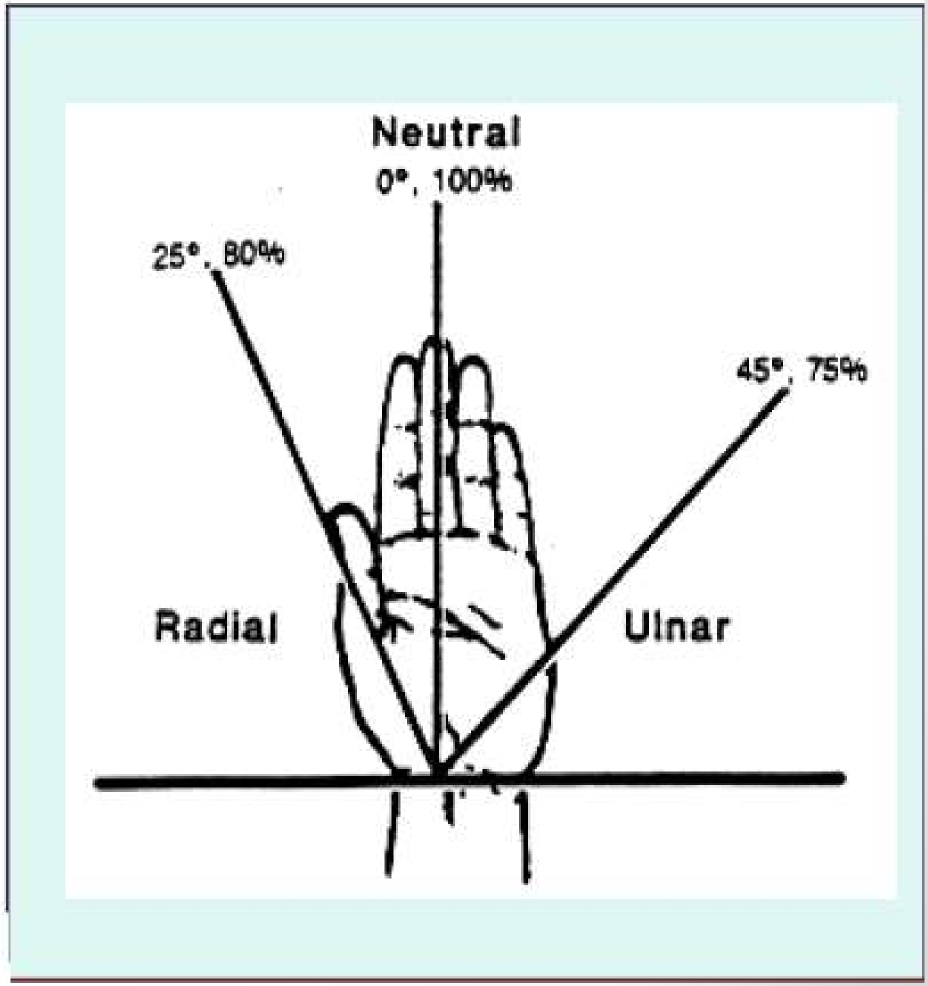


Posture Definitions

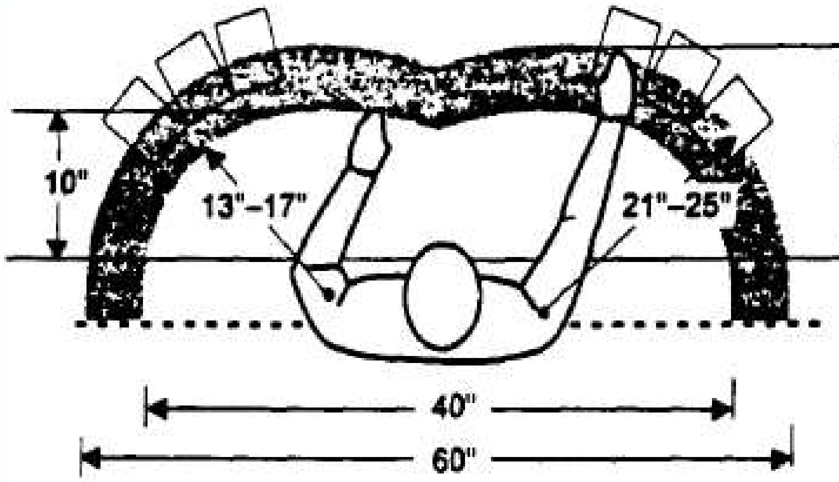


Affect of Posture on Grip Strength

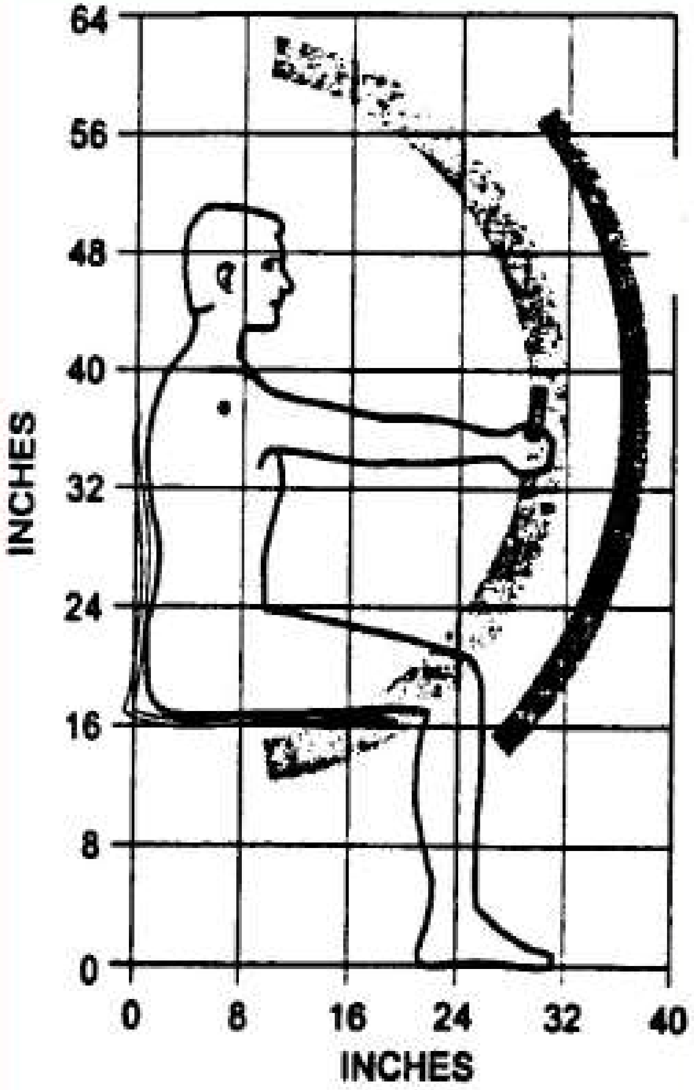




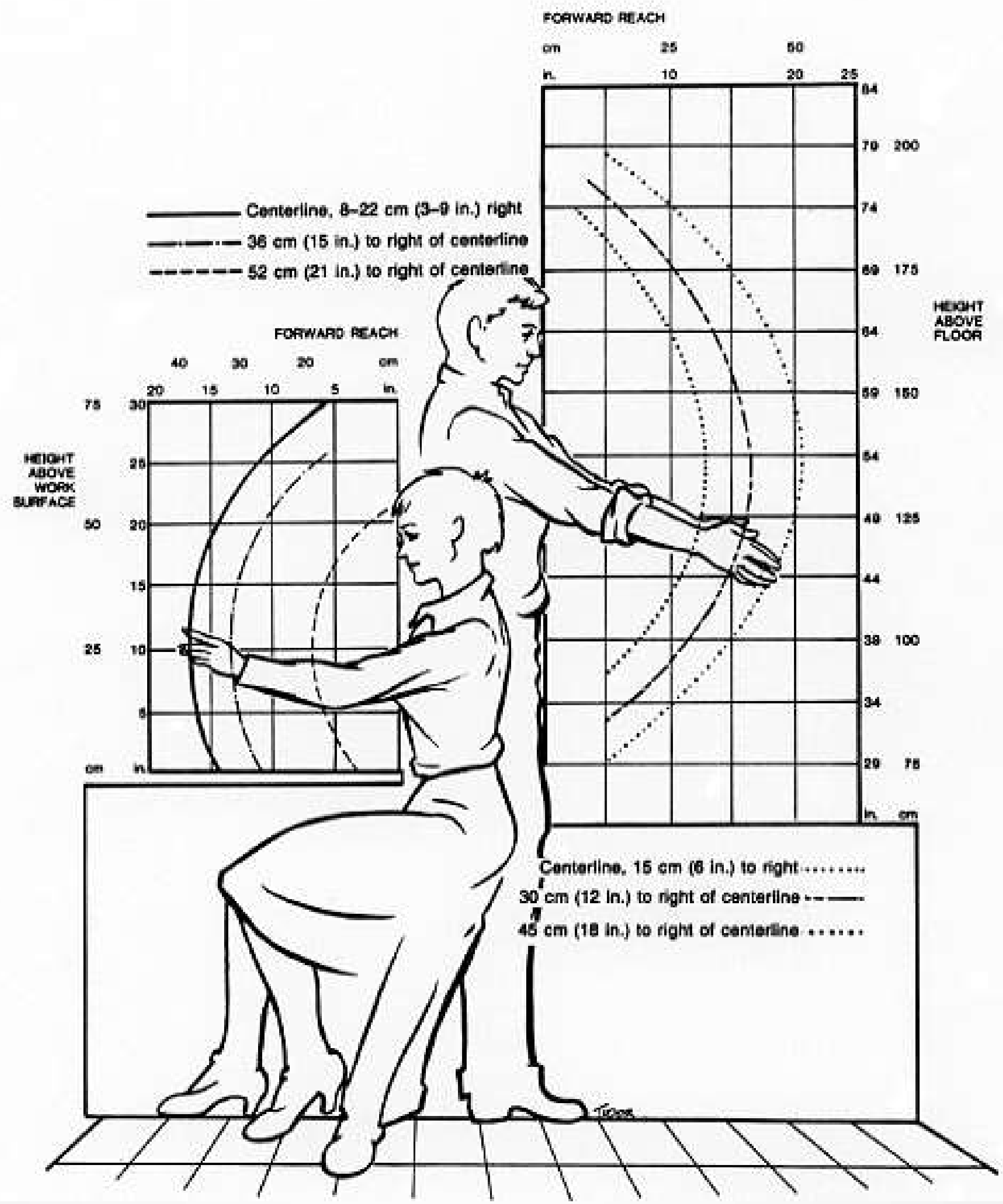
Reach/Work Envelopes



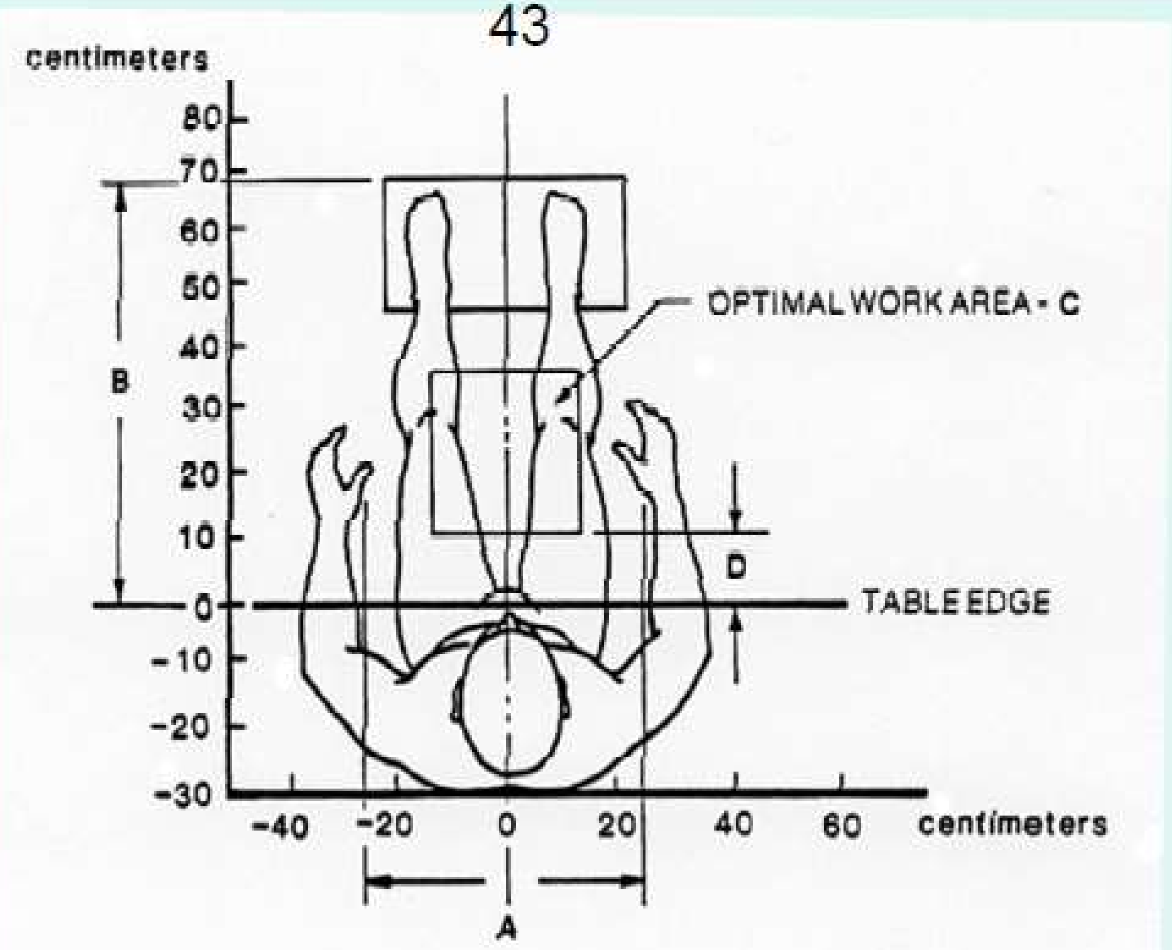
SEATED WORK:
Primary [ ] and secondary [ ] areas for table top work.



SEATED WORK:
Boundaries for vertical reaches for grasping objects.


FORWARD REACH
cm 25 50
in. 10 20 25
84
79 200
74
69 175
64
59 150
54
49 125
44
39 100
34
29 75
in. cm
HEIGHT ABOVE FLOOR
Centerline, 8–22 cm (3–9 in.) right
36 cm (15 in.) to right of centerline
52 cm (21 in.) to right of centerline
FORWARD REACH
40 30 20 cm
20 15 10 5 in.
75 30
25
50 20
15
25 10
5
cm in.
HEIGHT ABOVE WORK SURFACE
Centerline, 15 cm (6 in.) to right
30 cm (12 in.) to right of centerline
45 cm (18 in.) to right of centerline

Optimal Work Zone



LEG ROOM:	1) WIDTH (A)	MINIMUM OF 50 CM
	2) DEPTH (B)	65 CM, IF LIMITED
OPTIMUM WORK AREA:	3) (C)	APPROXIMATELY 25 X 25 CM
	4) (D)	10 CM FROM EDGE OF WORK SURFACE

Primary work zone - the distance from elbow to hand. Things you touch on a daily basis.

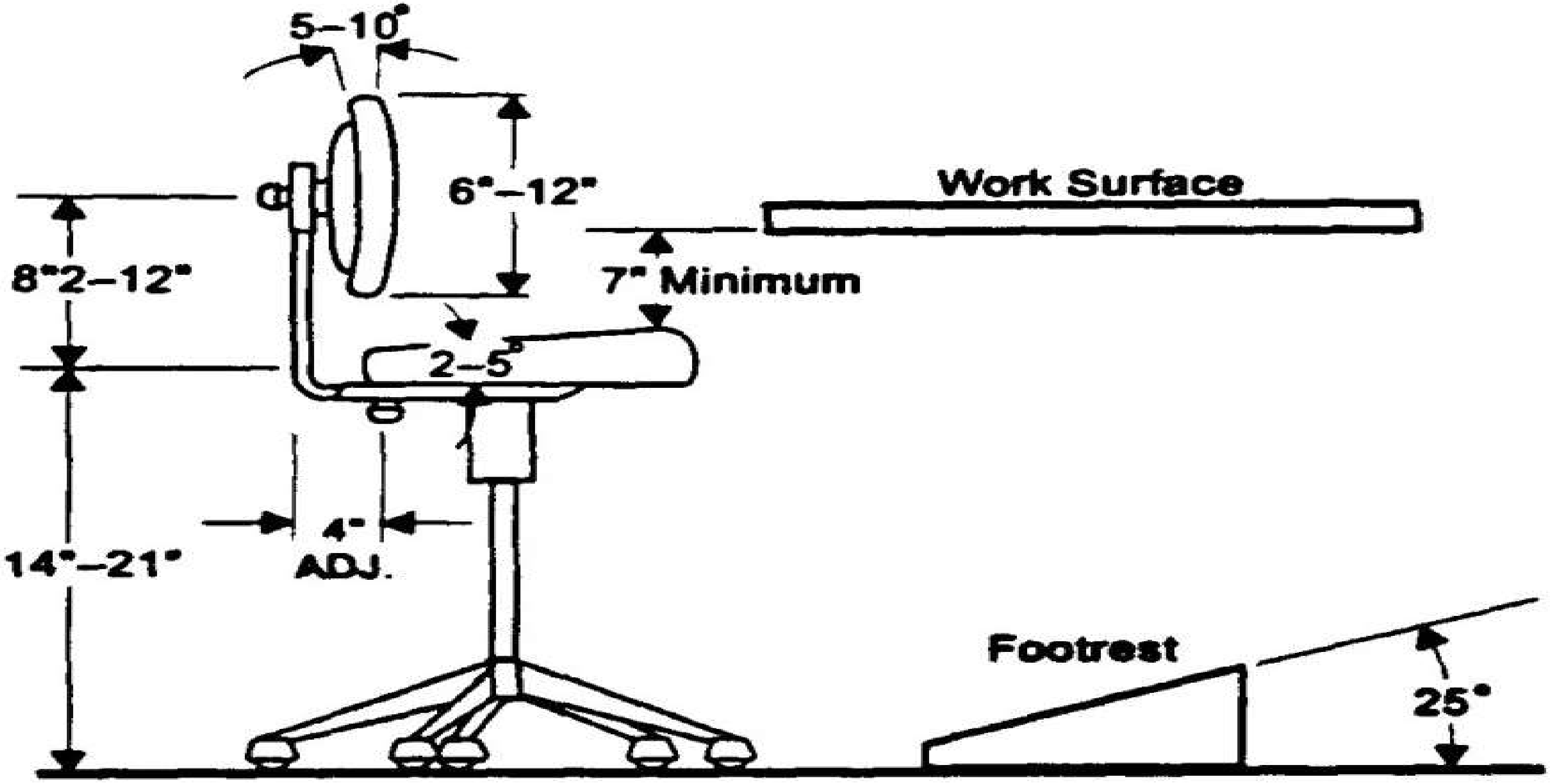
Secondary work zone – within arm's reach. Use this zone to position those items that you use frequently, but don't need all the time.

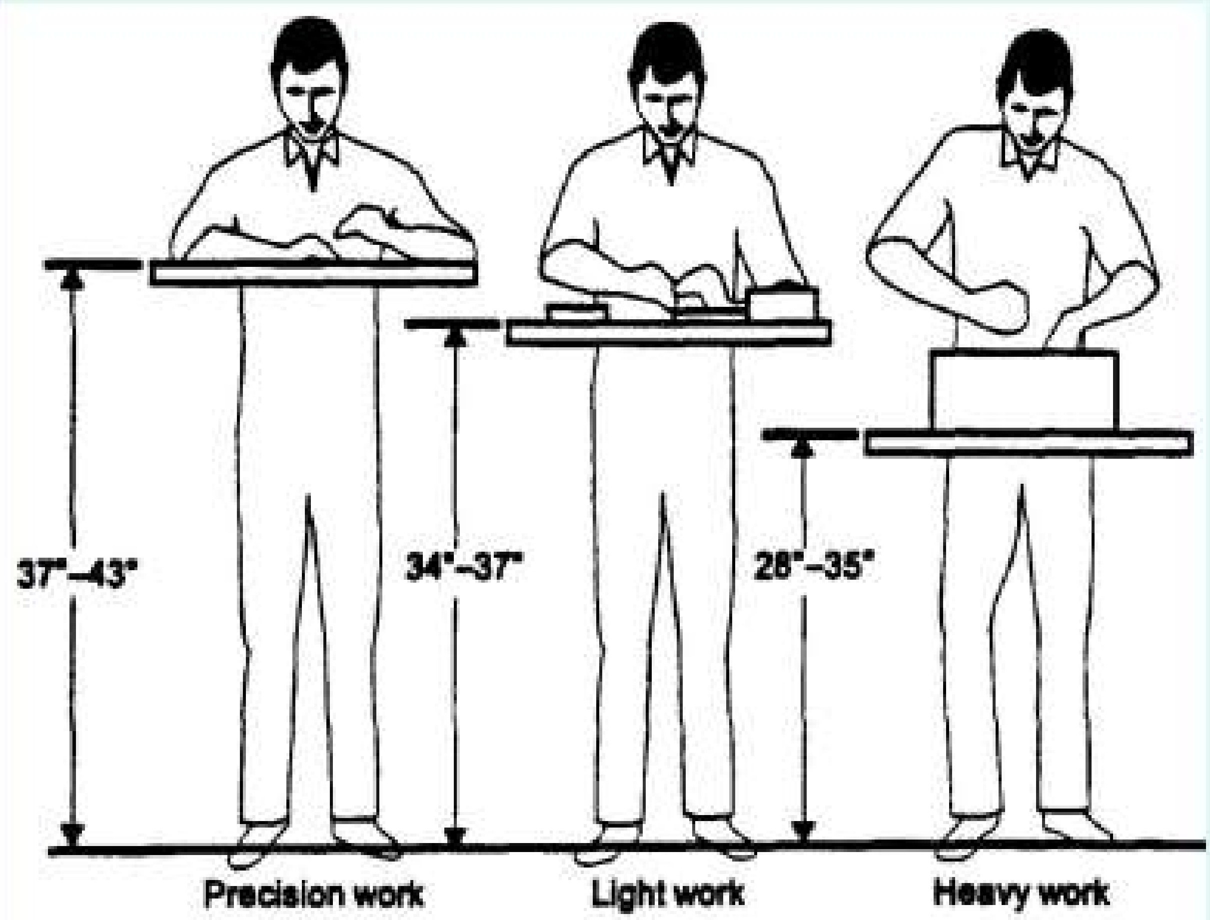
Reference zone - outside arm's reach. Use this zone for your least often used items.

Work Surface Heights

Optimal work surface height varies with the work performed:

- Precision work = 31–37 in.
- Reading/writing = 28–31 in.
- Typing/light assembly = 21–28 in.
- Seat and back rest heights should be adjustable as noted in chair requirements below.





STANDING WORK:

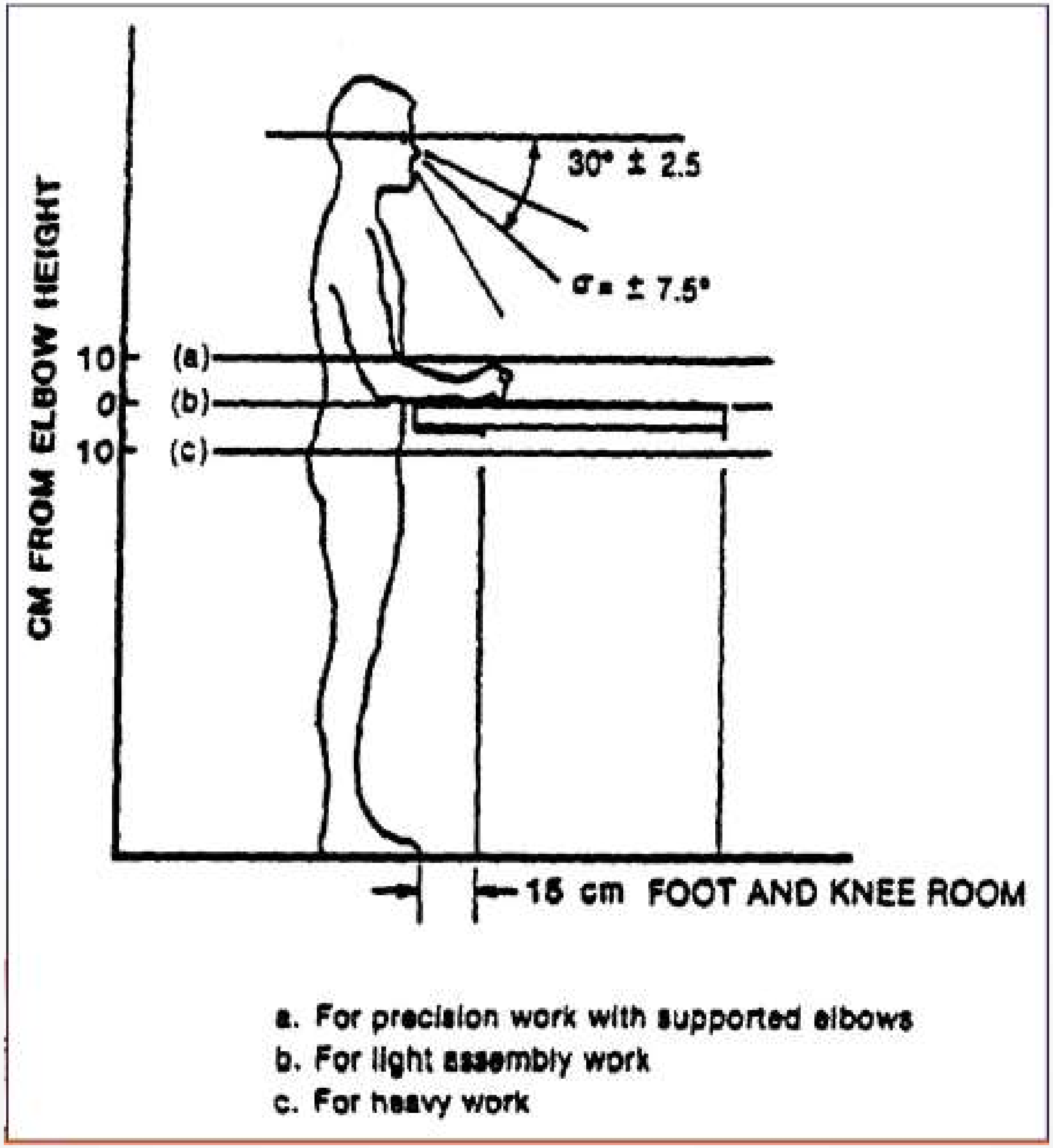
Workbench heights should be

—above elbow height for *precision work*,

—just below elbow height for *light work*, and

—4–6 in. below elbow height for *heavy work*.

Work Surface Heights



Standards - A set of rules, conditions, or requirements that define terms; classify components, specify components; specify materials, performance, or operations; delineate procedures; or define measurements of the quantity or quality of materials, products, systems, services, or practices. Standards can be classified as being safety or performance based.

Examples of Standards:

Federal and Military Standards Company Standards Foreign Standards

Standards cont.-

The most commonly used Standards for use by human-factors professionals:

OSHA Standards: Prepared by the Federal Occupational Safety and Health Administration

MIL-STD-1472D: Military Standard dealing with human-factors consideration in the design of equipment.

NASA-STD-3000: Slightly broader range of topics than the MIL-STD.

ANSI/HFS 100-1988 - Deals specifically with h.f. principals and practices in the design of visual display and terminals, associated furniture, and the office environment in which they are placed.

ایستگاه کار نشسته

- در دسترس بودن همه چیز در حالت نشسته
- عدم نیاز به دسترسی بیش از ۴۰ سانتی متر به جلو
- عدم نیاز به دسترسی بیشتر از ۱۵ سانتی متر بالاتر از سطح کار

۵ کیلو گرم) /

- عدم اعمال نیروی زیاد (بیش از ۴
- نوشتن یا مونتاژ سبک در بیشتر ساعات شیفت
- انجام حرکات دقیق و با ثبات با دست
- انجام عملیات کنترلی با پا

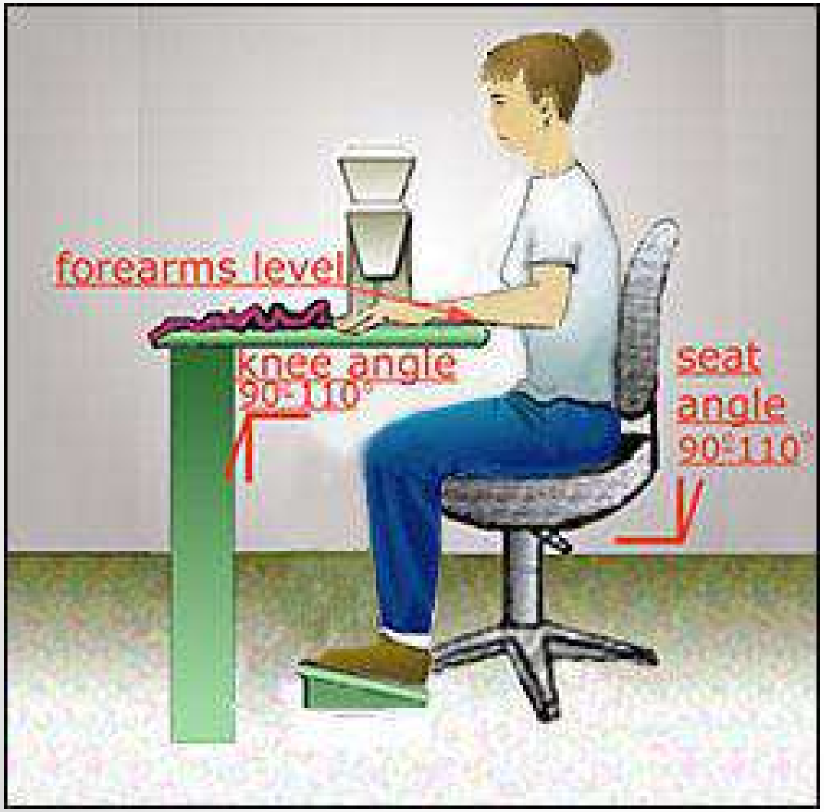
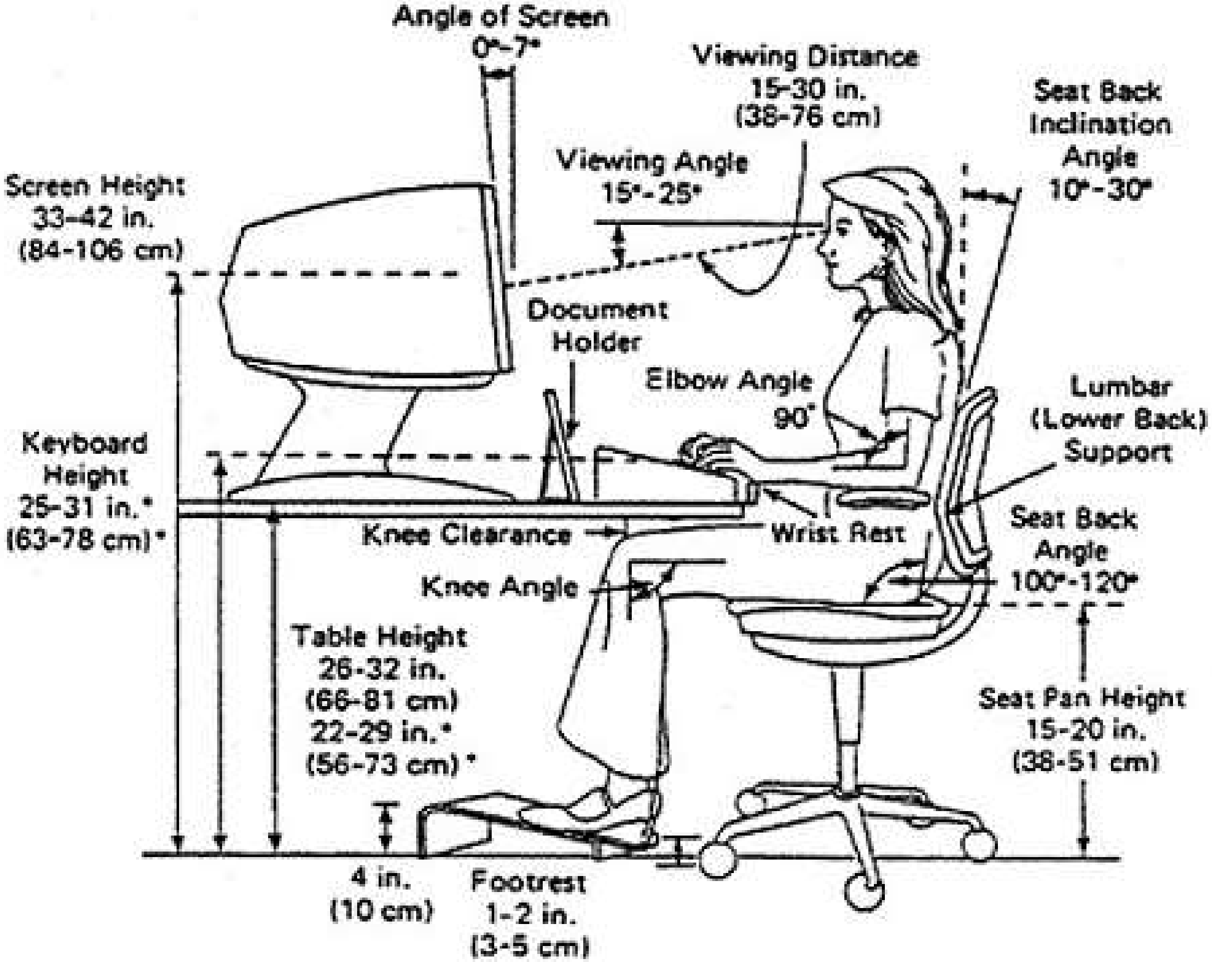


Figure 5 Kneeling chair. (From www.comcare.gov.au/officewise.html.)

Workstation Components

- Adjustable Chair
- Monitor
- Keyboard
- Mouse
- Desk



ایستگاه کار ایستاده

- عدم وجود فضاي کافی براي پا
- جابجایی و حمل اشیا سنگین تر از ۴.۵ کیلوگرم
- دسترسی مکرر به بالا، پایین و طرفین
- حرکات مکرر از یک ایستگاه کار به ایستگاههاي دیگر
- اعمال نیرو به سمت پایین

ایستگاه کار ایستاده - نشسته

- **دسترسی مکرر بیشتر از ۴۰ سانتی متر به جلو**
- **دسترسی مکرر بیشتر از ۱۵ سانتی متر بالاتر از سطح کار**
- **فعالیتهاي متعدد شغلی**

Seated at a Workstation

A standing height workstation allows variation between standing and sitting postures with the use of a high ergonomic chair.

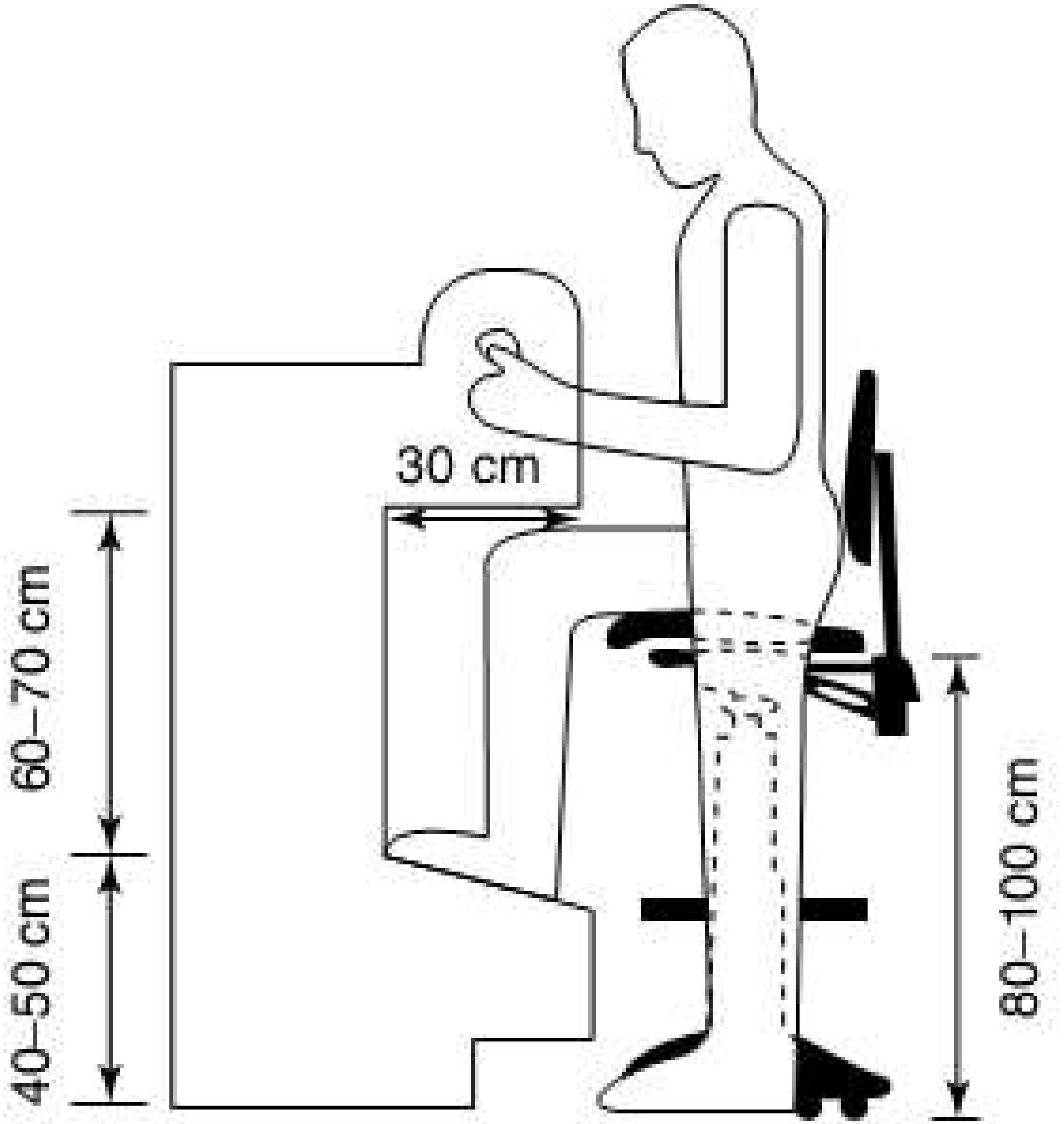


Figure 3 Standing–sitting workstation.

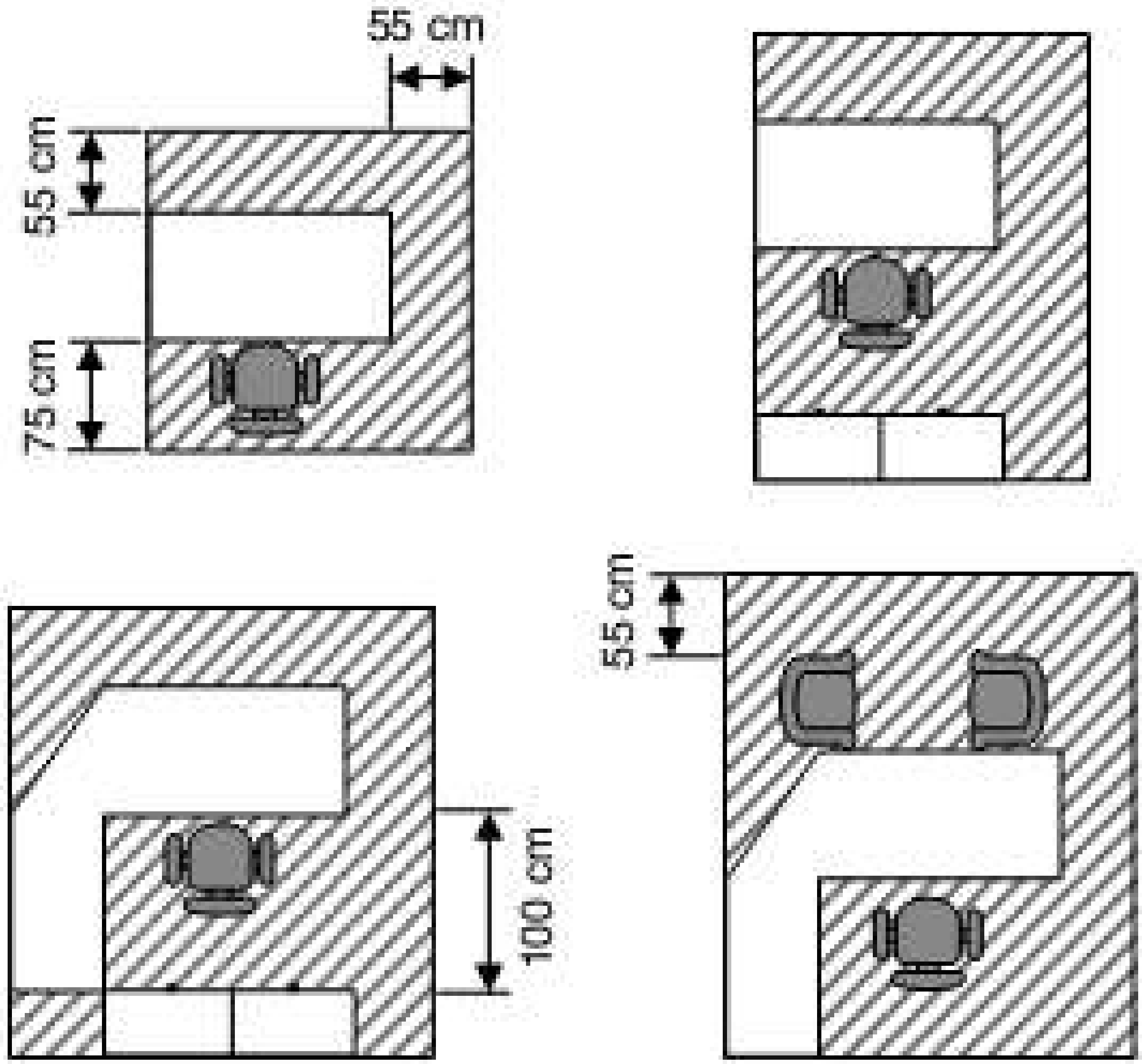


Figure 11 Workstation modules.

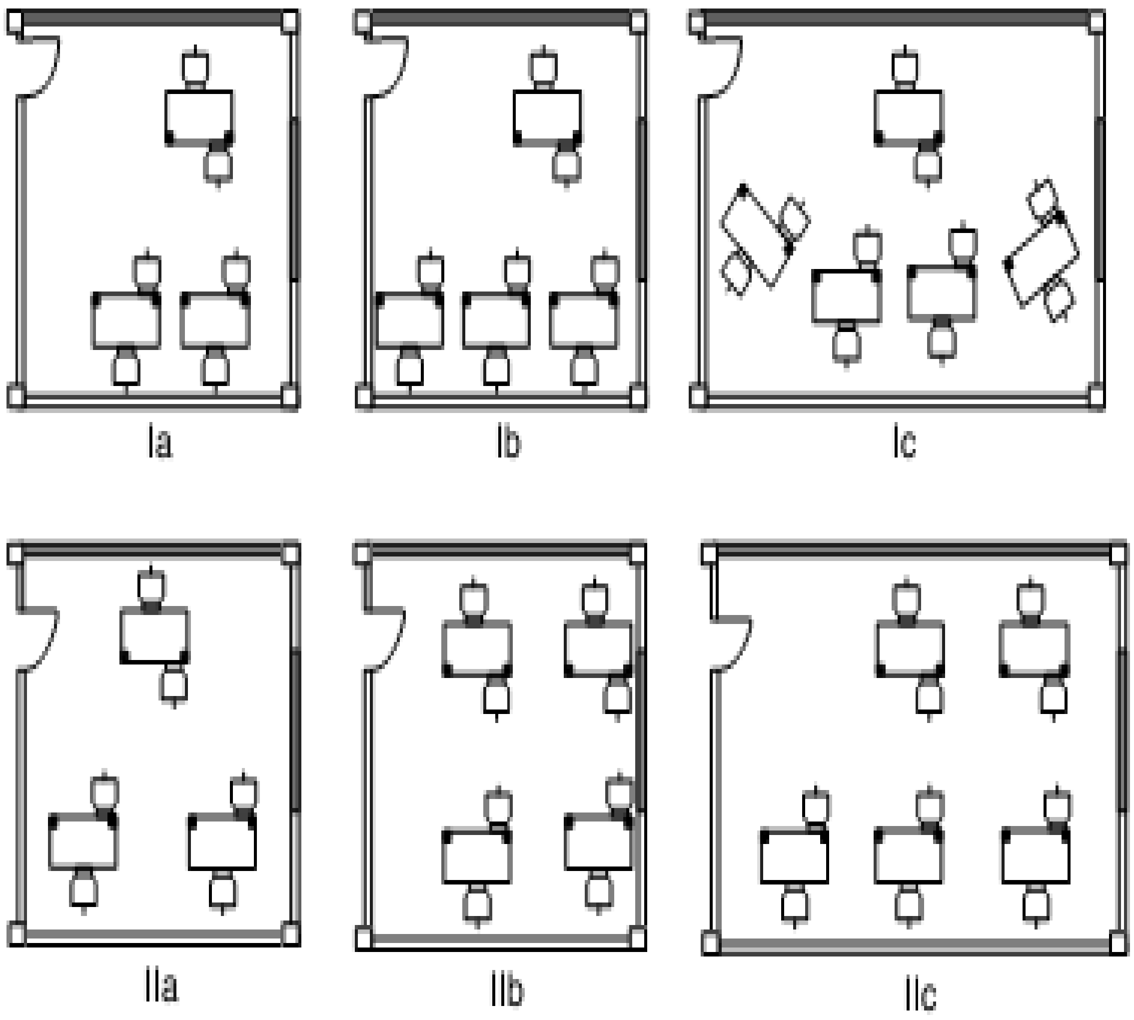


Figure 15 Alternative orientations of workstations, depending on the number of team members and the presence or absence of a leader. Ia, Ib, and Ic: arrangements with a leader; IIa, IIb, and IIc: arrangements without a leader.

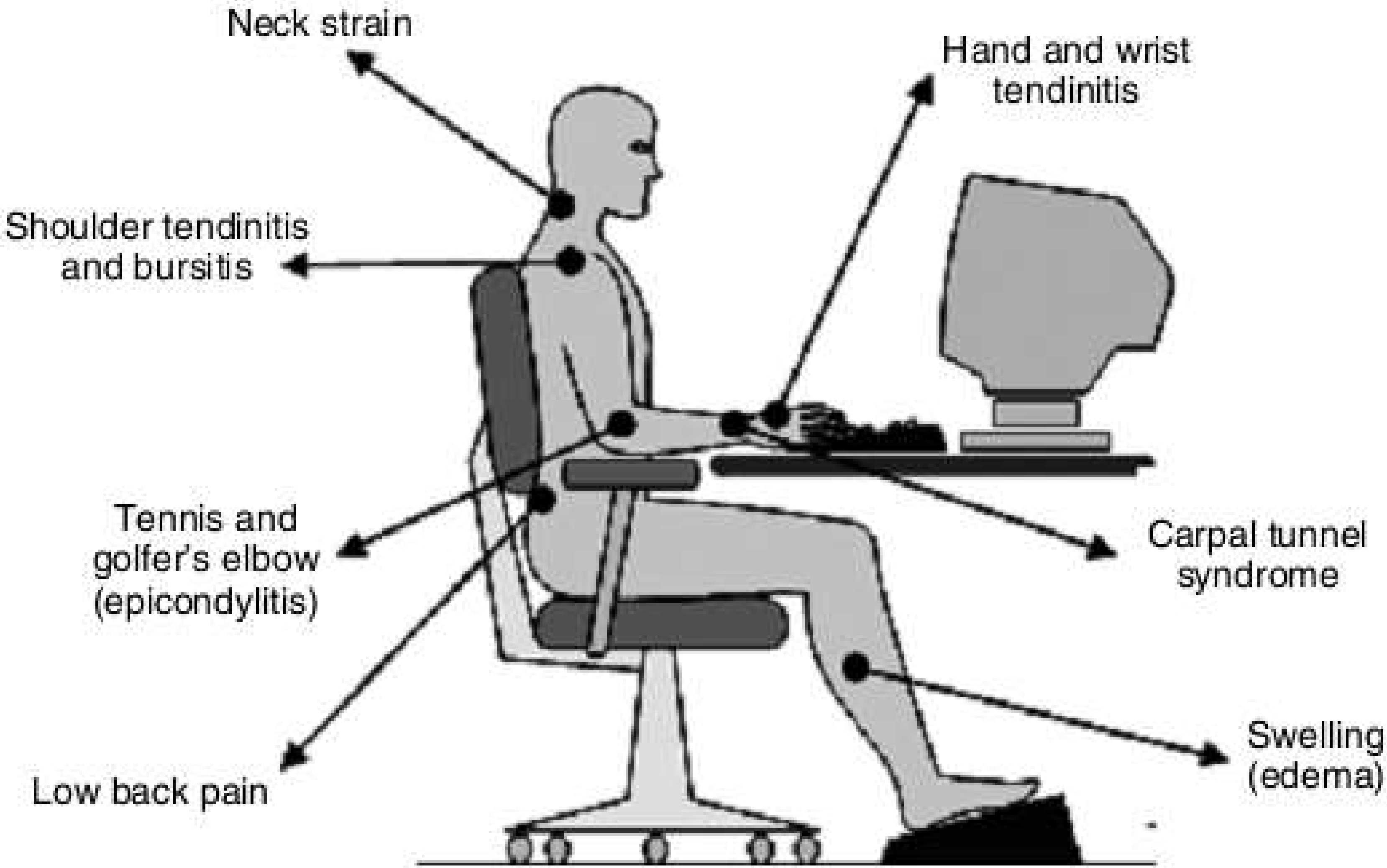


Figure 2 Common musculoskeletal disorders encountered at office workstations.

Take a Break!

All Ergonomists agree that it's a good idea to take frequent, brief rest breaks: Practice the following:

1. Eye breaks: Every 15 minutes you should briefly look away from the screen for a minute or two to a more distant scene, preferably something more that 20 feet away. This lets the muscles inside the eye relax. Also, blink your eyes rapidly for a few seconds. This refreshes the tear film and clears dust from the eye surface.

2. Micro-breaks: most typing is done in bursts rather than continuously. Between these bursts of activity you should rest your hands in a relaxed, flat, straight posture.

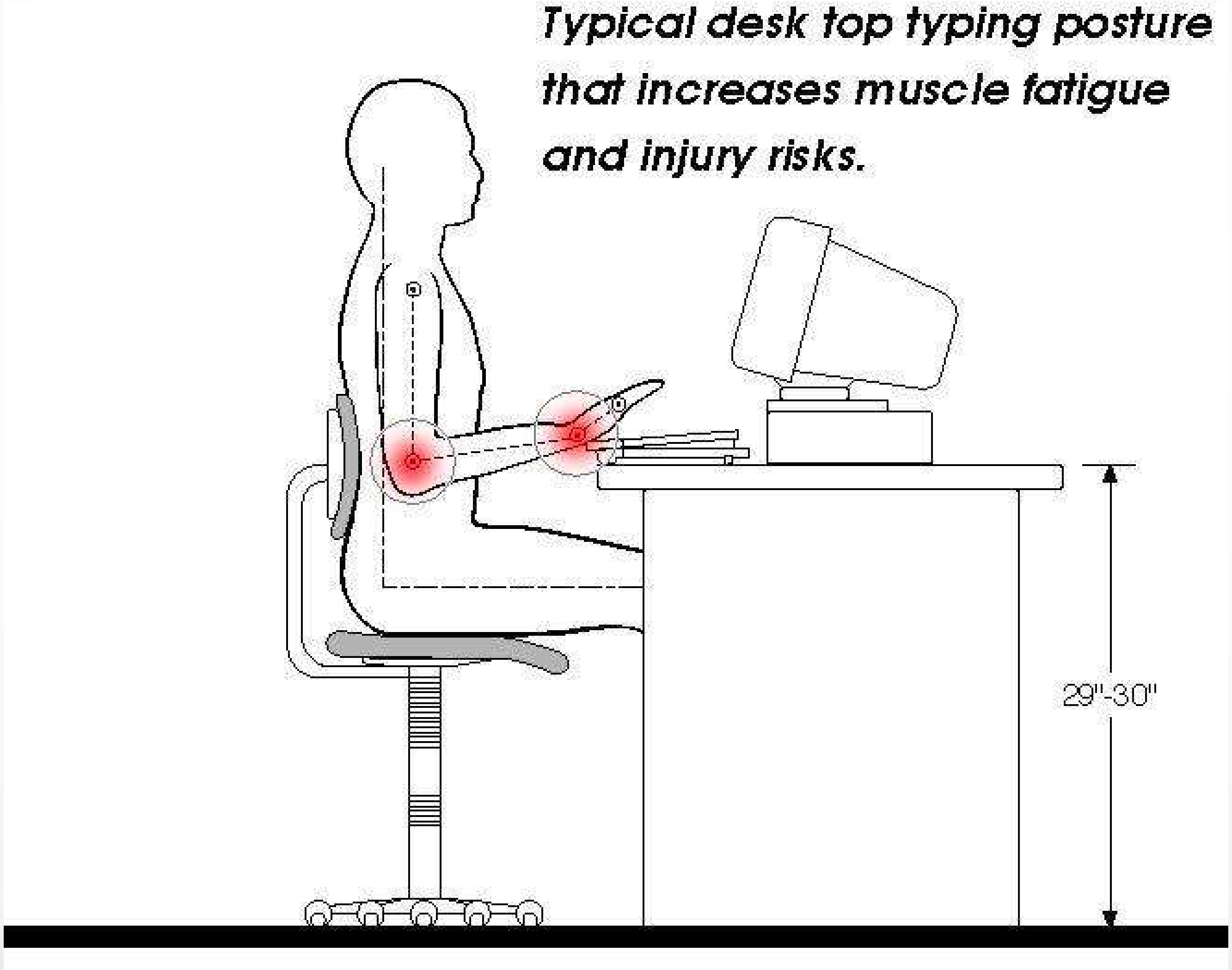
3. Rest breaks: every 30 to 60 minutes you should take a brief rest break. During this break stand up, move around and do something else. Go and get a drink of water, tea, coffee or whatever.

4. Exercise breaks - there are many stretching and gentle exercises that you can do to help relieve muscle fatigue. You should do these every 1-2 hours.

5. Ergonomic software:

Problem postures

- **Desk top keyboard**



آنتروپومتری

بخش .....

واژه ای یونانی به معنی سنجش ابعاد بدنی انسان است

Anthropos” (greek) = person, human being

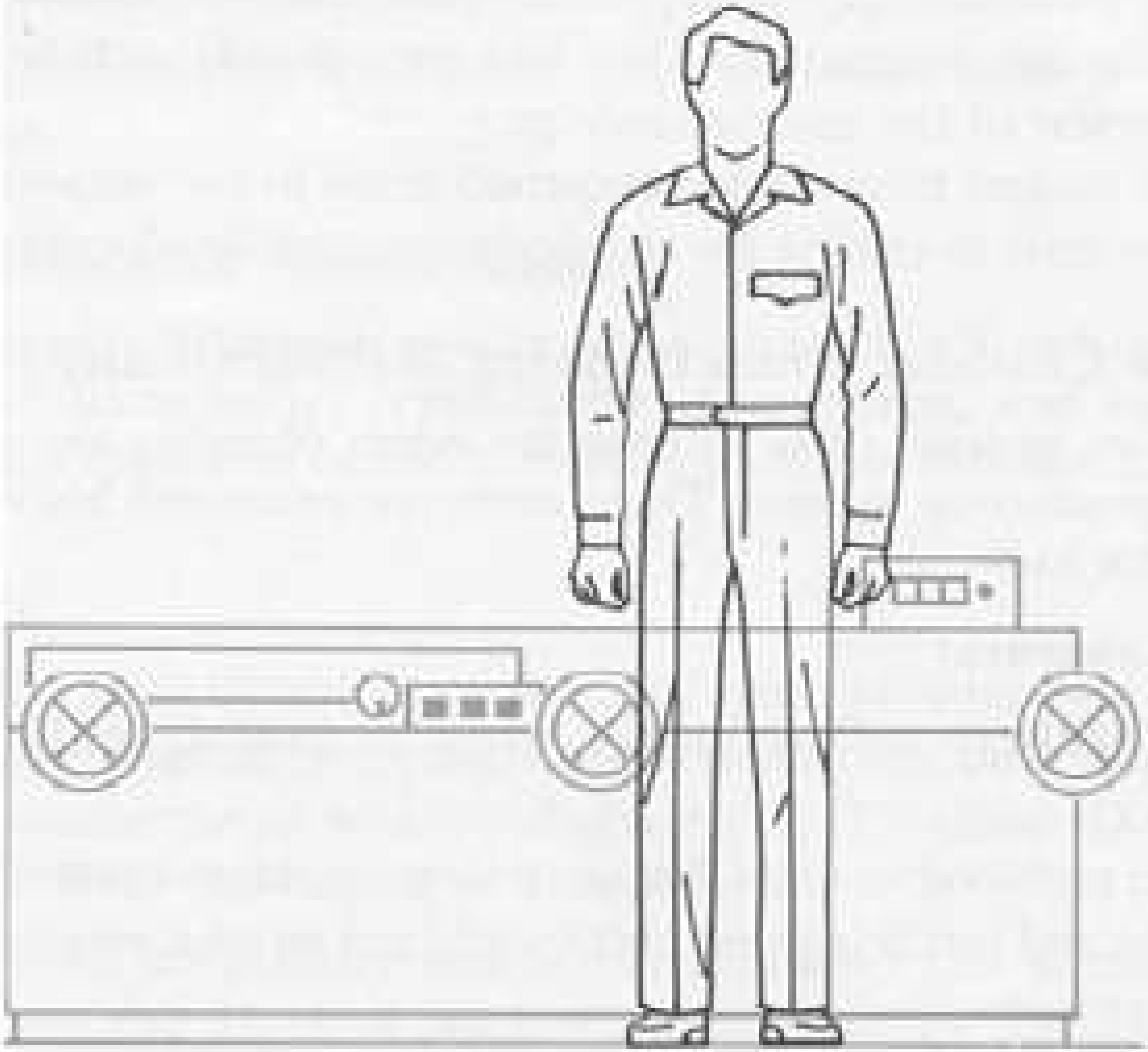
- “Metron” (greek) = measure, limit, extent
- “Anthropometrics” = measurement of people

تن‌سنجی روش اندازه‌گیری بدن انسان است. رایج‌ترین روش‌ها در آنتروپومتری اندازه‌گیری وزن و قد می‌باشد. ضخامت چین پوستی در ناحیهٔ عضله سه سر و زیر کتف و گاهی سایر قسمت‌های بدن، دور بازو و دور مچ اندازه گرفته می‌شود. در نوزادان و کودکان از اندازه‌گیری دور سَر و سینه استفاده می‌شود.

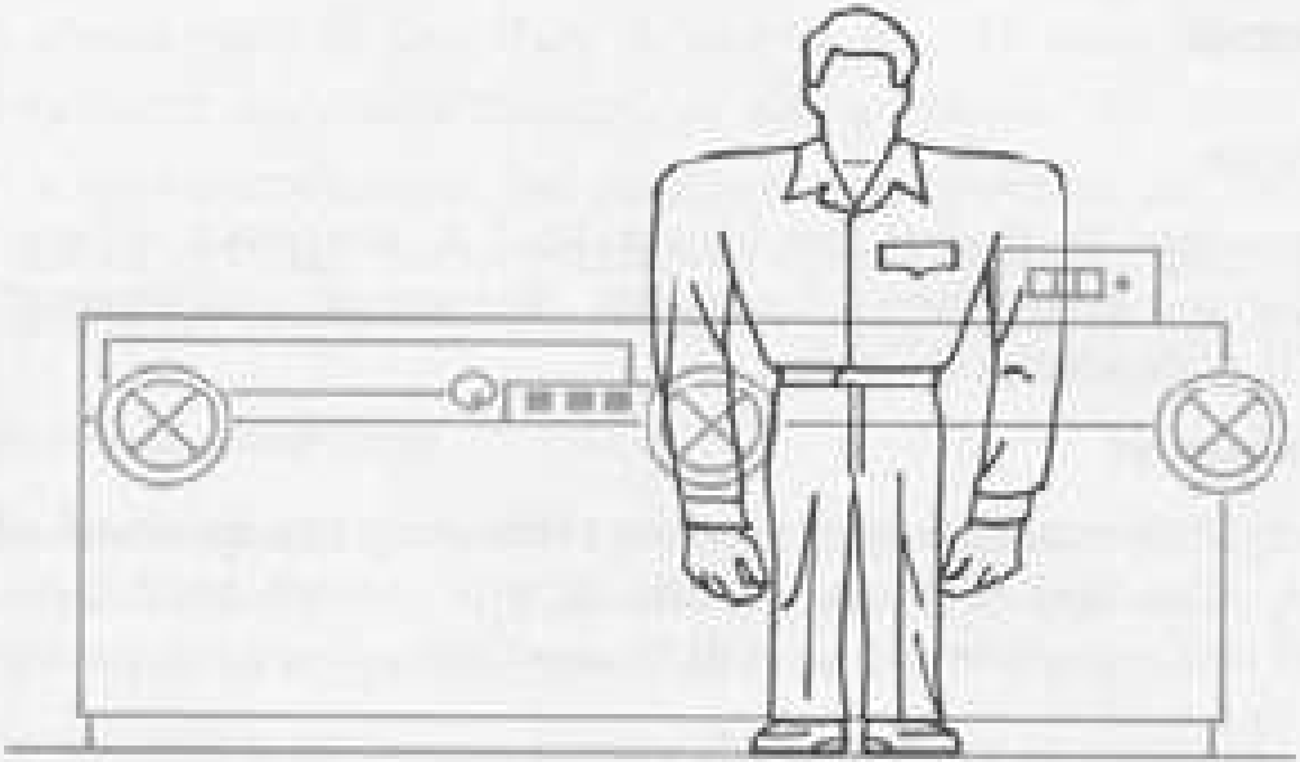
آنتروپومتري كاربردي داده هاي آنتروپومتري به طراح اجازه مي دهد كه طراحي مناسب براي انسان انجام دهد. طراحي كه تا حد ممكن تعداد بيشتري از جمعيت هدف را پوشش مي دهد.

اين امر به معني به حداقل رساندن تعداد افرادي است كه از محدوده تحت پوشش طراحي كنار گذاشته مي شوند. انسانها در ابعاد زيادي با هم تفاوت دارند:

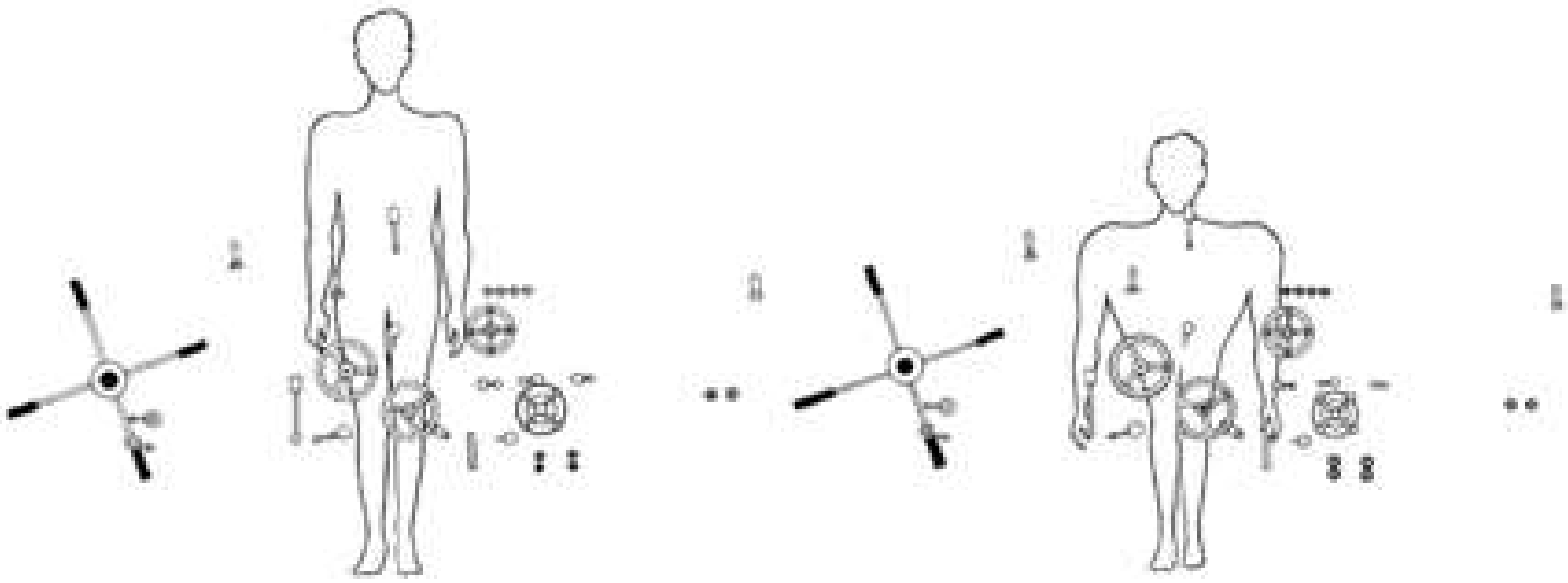
نيازها، هوش، بينايي، تخيل، مهارت، قدرت عضلاني، سن، طول پا



(a) Most people look like this, but . . .



(b) Some designers think that people are shaped like this

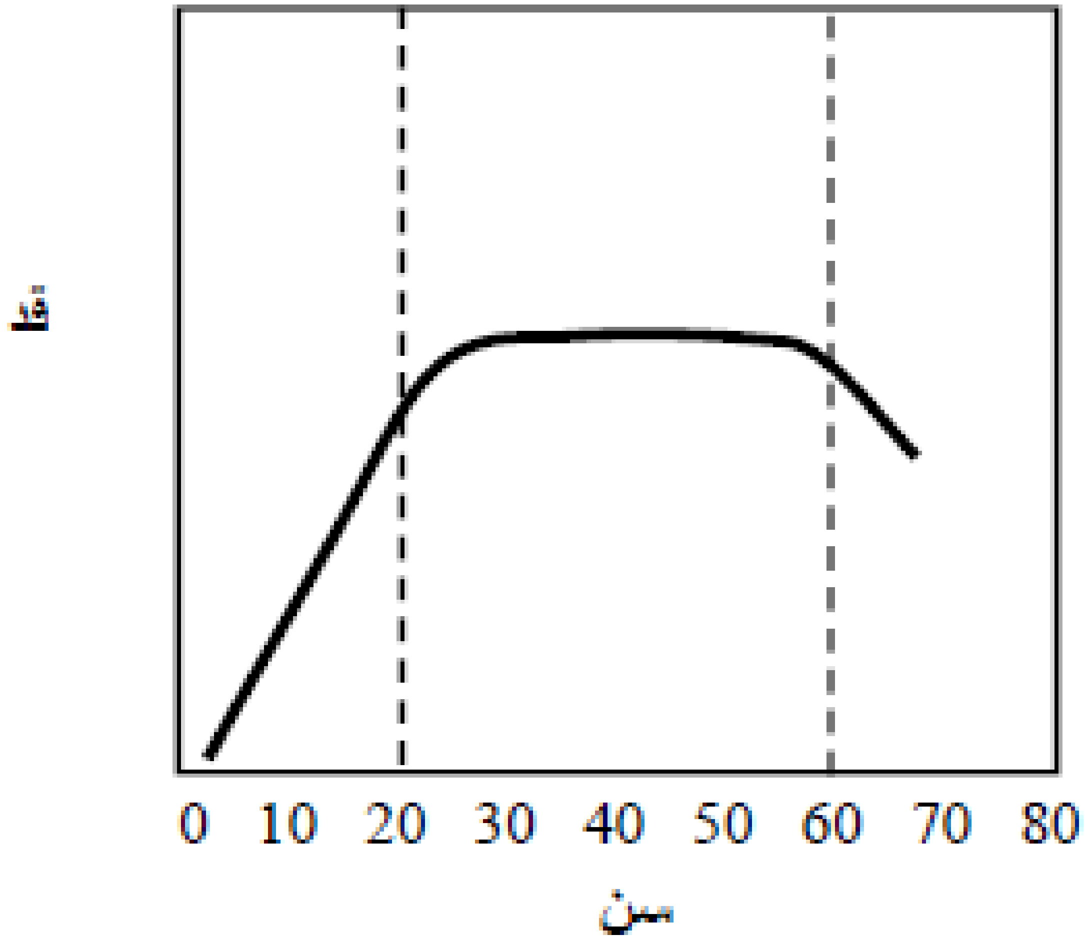


عوامل موثر بر مشخصات آنتروپومتریک

- سن
- جنس
- نژاد
- تیپ بدن
- تغذیه
- ورزش
- شغل
- زمان
- وضعیت سلامتی
- تغییرات ارادی

سن : با افزايش سن همه ابعاد بدن پيوسته افزايش مييابد، ولي بعضي اوقات بدون قاعده از موقع تولد تا سالهای ۱۲ تا ۱۳ يا نزديک ۲۴ سال رشد کامل ميشود. رشد کامل برای مردان ۲۴ سالگي و زنان ۱۷ سالگي مي باشد. اندازه های سر، بيني و لاله گوش به آرامي در طول زندگي افزايش مييابد ۱ گود شدن سينه در سن پيری در نتيجه خميدگي غيرعادی ستون فقرات پشتي بطرف عقب (افزايش انحنای ستون فقرات صدری) و بزرگ شدن بخش فوقاني قفسه سينه به طرف بيرون مي باشد. وزن، پهناها، عمقها و محيطها تماماً در طول ميان سالگي افزايش يافته، و دوباره در سن پيری کاهش مي- يابد. البته وزن هم تحت تأثير رژيم غذايي و فعاليتهای فيزيکي و سن ميباشد.

تاثیر سن



جنس: معموال ابعاد بدن مردان بزرگتر از زنان مي باشد ولي در زنان بطور ثابت پهنا و دور باسن و محيط ران بزرگتر از مردان است، در مردان بازو و ساق پاها بطور مطلق از زنان دراز تر نيست و نسبت قد و ارتفاع تنه بزرگتر است. آبستني بطور محسوس روى اندازه هاى بدن زنان (بيشتر روى ناحيه شكم و لگن و همچنين سينه) تاثير دارد. همچنين تغييرات آنتروپومتريكي مخصوص در حدود ماه چهارم آبستني بوجود مي آيد.

نژاد: اختلاف وسيعي در ابعاد مختلف بدن در ميان نژادها، زير نژادها و گروه های قومي و مليتي وجود دارد. كمترين يا كوچكترين اندازه ها در آدم های كوتاه قد آسيا و آفريقا و سياهان وابسته به رود نيل آفريقا و يا تعدادی از مردمان شمال غربي اروپا ديده شده است.

ساختمان بدن: بايد توجه شود ريخت بدن در ميان نژادها و همچنين در ميان افراد يک نژاد متنوع است با قد مساوی شخصي ممكن است لاغر، ديگری چاق و سومي عضالني باشد بطور مثال مرد۱۰۴ پوندی (۶۸ كيلوگرم) ممكن است بلند قد و لاغر، كوتاه قد و چاق، كوتاه قد و عضلاني و ... باشد. خصوصيات بدني همچنين در بدن اشخاص مختلف است. مردان با قد مساوی ممكن است ساق پاهای درازتر و يا تنه كوتاهتر داشته باشند و برعكس.

حرفه: اختالف در سایز بدن در میان گروه های شغلي عادی مي باشد. بطور متوسط، کارگران صنایع فولاد، رانندگان کامیون، ورزشکاران از دفترداران، پروفسورها و هنرپیشگان عضلاني تر مي باشد. زیرا شغل های بخصوص، توانائي های فیزیکي و قابلیت های ویژه ای را ممکن است لازم داشته باشند.

رژیم غذایی تأثیر بسزائي روی تعدادی از ابعاد بدن دارد. سوء تغذیه یا تغذیه نارسا در طي رشد مانع حداکثر رشد همه ابعاد بدن مي شود. بعد از بلوغ رژیم غذایي بطور قابل مالحظه ای بیشترین تاثیر را روی بافت چربي دارد در نتیجه محیطها، پهناها و عمق ها نسبتاً بیشتر از طول های ثابت بدن تحت تأثیر قرار مي گیرند. رژیم غذایي ویژه ای را دنبال کردن، پرهیز و سوء تغذیه مي تواند اندازه های بدن بخصوص عمق شکم یا کمر یا دور باسن را اساساً کاهش دهد. در گرسنگي طولاني ابعاد بدن بطور شدید کاهش مي یابد در صورتیکه قد و دیگر طول های بدن کمتر کاهش مي یابد با این وجود محسوس مي باشد. گروههای با سایز بدني بزرگتر با وضع اقتصادی و اجتماعي باالتر، نشانه داشتن تغذیه بهتر و بیماری کمتر مي باشد.

وضعیت سلامتی / بیماری ممکن است اندازه های بدن را تغییر دهد اما تغییرات مهم در سایز بدن (بجز وزن) در نتیجه بیماری نادر است.

فعاليت های فيزيکی و تمرينات ورزش، ابعاد وابسته به بافت چربي را كاهش و ابعاد وابسته به عضلات را افزايش مي دهد. مقدار تغييرات با شدت، نوع و زمان تمرين تغيير مي كند. ابعاد بعد از اينكه تمرينات متوقف شد بسمت مقدار اوليه اش بر مي گردد

حالت و وضعیت بدن تعدادی از اندازه های بدن با طرز قرار گرفتن یا وضعیت بدن تغییر مي کند. برای استاندارد ساختن و مقایسه کردن آنتروپومتریستها معمولا به وضعیت های عمودی و کشیده نیاز دارند. قد، ارتفاع چشم، ارتفاع نشسته یا خمیدگي، بطور محسوس کمتر از موقعي است که بدن در حالت راست و کشیده اندازهگیری میشود حدود ۱.۷ اینچ (۰/۴ سانتي متر) کمتر برای ارتفاع نشسته). ارتفاع ایستاده کمتر از طول در حال درازکش مي باشد، و ۴/۲ تا ۸/۴ اینچ (۴ تا ۲ سانتي متر) کمتر از وقتي است که شخص بطور قائم و بدون تکیه بر چیزی ایستاده است. در حالت نشسته پهنای باسن و عمق شکم بیشتر از وضعیت ایستاده است. بیشتر ابعاد دینامیکي با حرکت بدن عوض مي شوند بنابراین حداکثر دسترسي بازو با حرکت آزاد شانه یا تنه خیلي بیشتر از حداکثر دسترسي بازو با شانه و تنه مهار شده مي باشد.

تغییرات ارادی: شخص مي تواند بطور ارادی پاره ای از ابعاد بدن خود را تغییر دهد مثال عمق شکمي بوسیله کشش شکم کاهش مي یابد. دور، عمق و پهنای سینه در هنگام بازدم کوچکتر از اندازه آن در هنگام دم مي باشد. قد با قوز کردن کاهش مي یابد. تغییرات ارادی برای طبیق دادن شخص با فضای محصور مورد استفاده قرار مي گیرد اما این تدابیر موقتي و نامطلوب هستند.

زمان ۱۱-۷ در یک شبانه روز ابعاد بطور محسوسي تغيير مي نمايند. شخص بعد از بلند شدن از خواب از طول قدش کاسته خواهد شد (به سبب فشرده شدن مهره های واقع در میان دیسکها). بنابراین ارتفاع- های بدن بلافاصله بعد از برخاستن از خواب بیشترین و قبل از استراحت شبانه کمترین مقدار را خواهد داشت. این اختلاف بین این دو مقدار ۰/۴ اینچ (۲/۱ سانتي متر) برای بچه ها و ۲۰/۴ اینچ (۴/۲ سانتي متر) برای مردان بالغ مي باشد. عموماً وزن در طول روز کم مي شود. تغییرات در وزن در نتیجه خوردن، نوشیدن و دفع مدفوع و ادرار و عرق ریختن مي باشد. مقدار معقول برای تغییرات طبیعي ۱ یا ۲ پوند (۴۰۳ گرم یا ۲۴۶ گرم) شاید ماکزیمم آن ۲ درصد از کل وزن بدن باشد.

تغییرات دراز مدت تغییراتي در سایز بدن انسان از ماقبل تاریخ تاکنون بوقوع پیوسته است. تمایل بسمت افزایش در قد و بیشتر اندازه های دیگر بدن مي باشد که در اروپا در حدود ۱۴۴ سال قبل شروع شده است. این تغییرات به اندازه کافي در قرن حاضر بیشتر شده است لذا نتایج بررسي های آنتروپومتری قرنهای ۱۲ و ۲۴ را برای مهندسي انسان که امروزه استفاده مي شود را بهم مي زند. اگرچه بهسازی محیط، بویژه پیشرفت امکانات پزشکي در دسترس و وضع تغذیه عامل بیشترین افزایش در سایز بدن مي باشد یک فاکتور ژنتیکي نیز ممکن است نقشي را برعهده داشته باشد. این فاکتور در نتیجه یک اصلاح نژادی یا هیبریدهای قوی باعث افزایش تحرک هم جغرافیایي و هم اجتماعي و ازدواج های خارج از گروههای داخل یک نژاد مي باشد.

لباس و تجهيزات فردی لباس و تجهيزات فردی بعضي اوقات بطور قابل توجهي روی ابعاد بدن انسان تاثير ميگذارد. حداقل افزايش بوسيله لباس راحتي داخل خانه يا لباس تابستاني شامل لباس زيركتاني، پيراهن، شلوار، جورابها، كفش و شايد ژاكت باشد. حداكثر افزايش بوسيله لباسهای محافظ زمستاني حجيم، كه معموال شامل: الف(برای اشخاص: پارچه های پشمي سنگين شامل زيرپوشهای بلند، شلوار، پيراهن، ژاكت گرم كن، اوركت، جوراب، چكمه، كاله و دستكش. ب(برای نيروهای ارتشي: زيرپوش بلند، پيراهن، لباس رزم، اوركت، كاله، كاله خود آهني، جوراب، پوتين و دستكش اسلحه و مهمات و ديگر تجهيزات مي باشد. لباس و تجهيزات فردی بعضي اوقات مي تواند باعث كاهش ابعاد بدن شود تا اينكه آن را افزايش دهد. ادوات سنگين مي تواند ارتفاع ننشسته و هم قد را بوسيله بازداشتن انبساط ستون فقرات كاهش دهند. محدوده دسترسي بازو در حال كار، يک اندازه ديناميک است كه بوسيله ژاكتهای حجيم يا كت محدود مي شود نتيجه اينكه ابعاد و اندازه های بدن افراد بايد با تكنيک های يكسان چه در حالت برهنه (بدون لباس) و چه در حالت پوشيده اندازه گيری شوند. اختالف بدست آمده به اندازه های بدون لباس جمعيت كه از تجهيزات استفاده مي نمايند اضافه مي شود

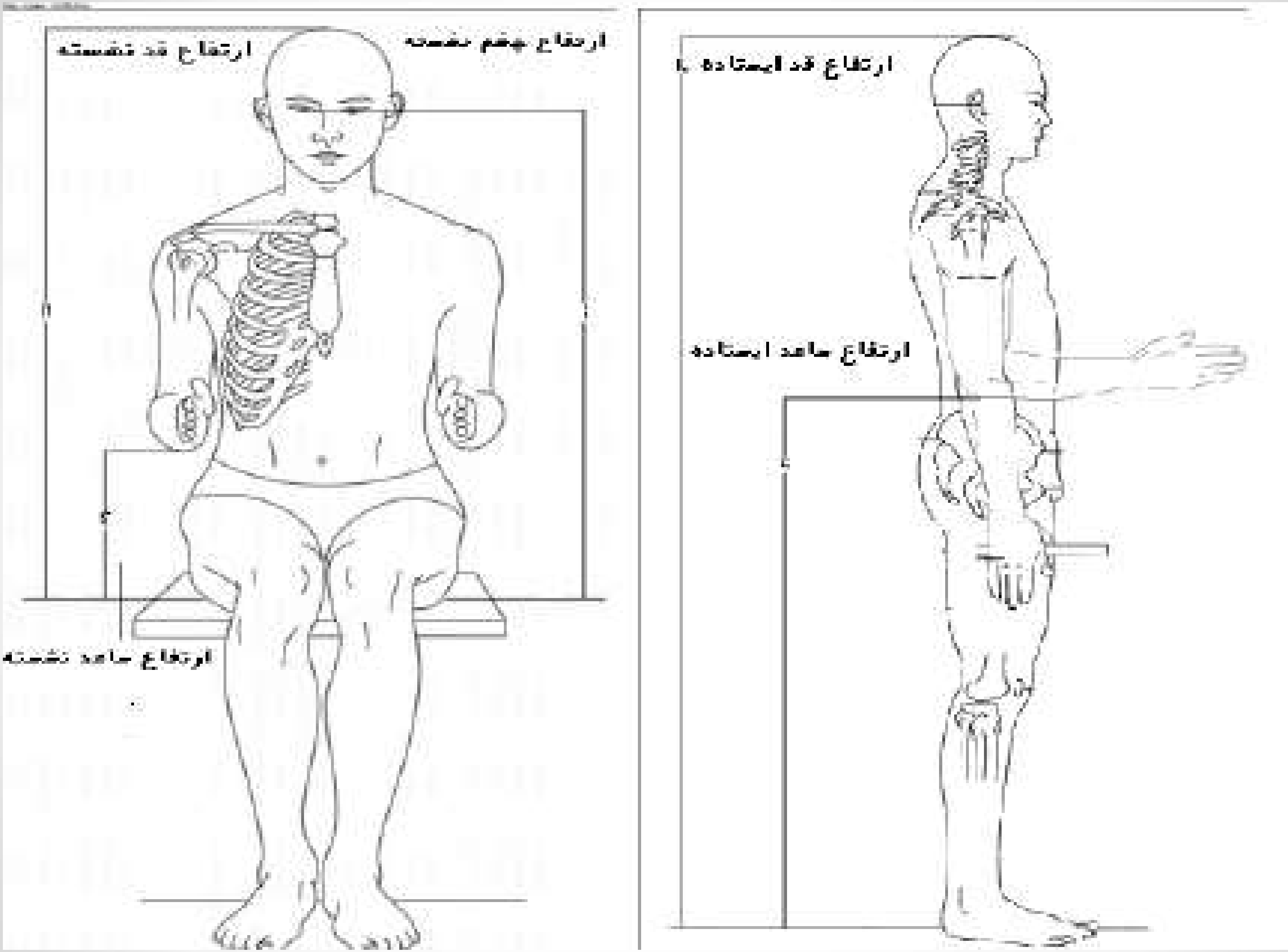
نمایه توده بدن شاخص مقدار چربی بدن است که با استفاده از اندازه‌های وزن و قد به‌دست می‌آید و مستقیماً اندازه‌گیری نمی‌شود. مزیت نمایه این است که یک عدد محاسبه می‌شود و مقایسه بین گروه‌ها و افراد را ساده می‌کند. سازمان‌های ملی برای تعیین چربی یا تودهٔ بدن استفاده از این شاخص را توصیه می‌کنند.

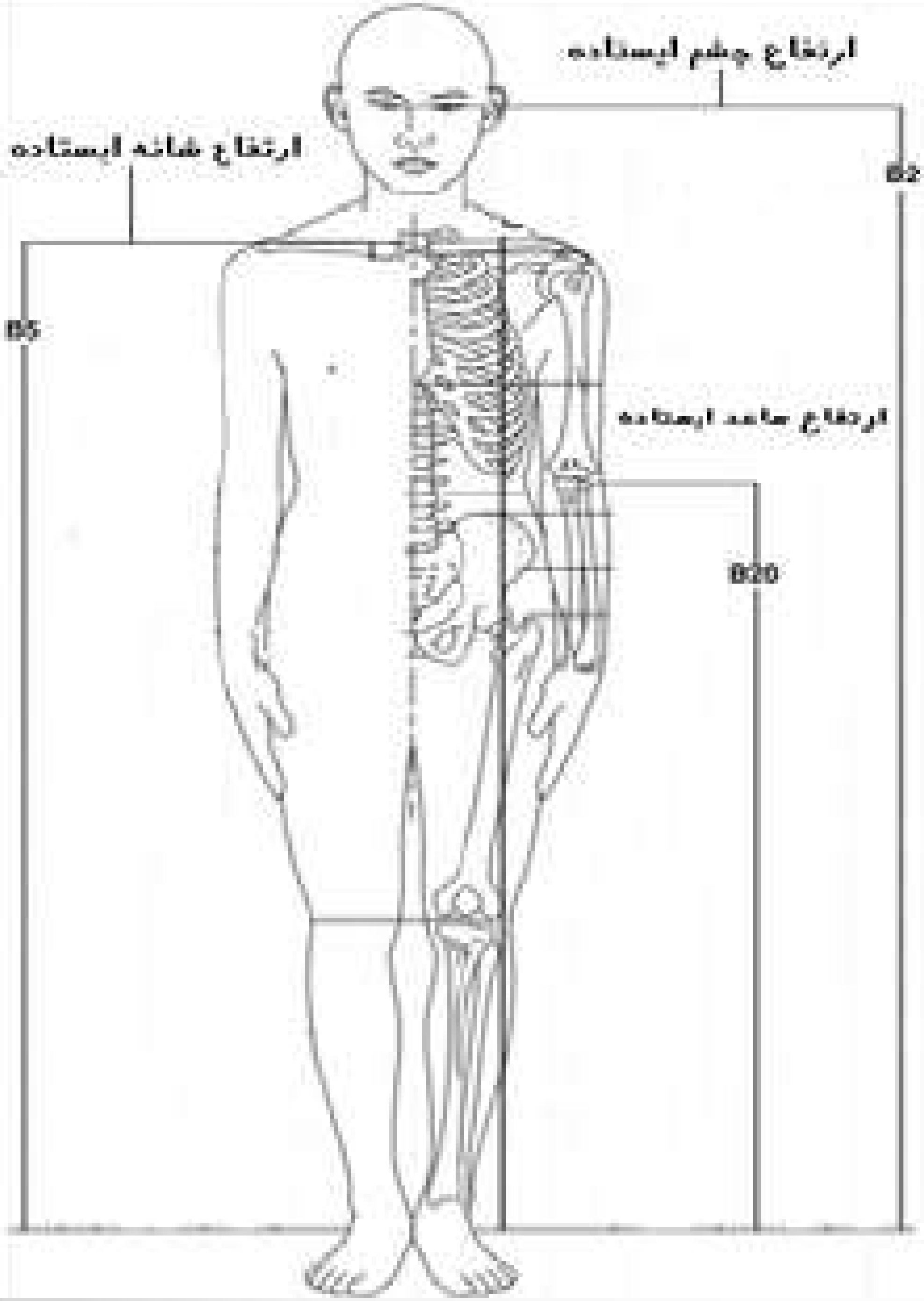
$$\text{BMI}=\frac{Mass\ (Kg)}{Hight^2(\ M)}=\frac{Mass\ (Lb)}{hight^2(in)}\times 703$$

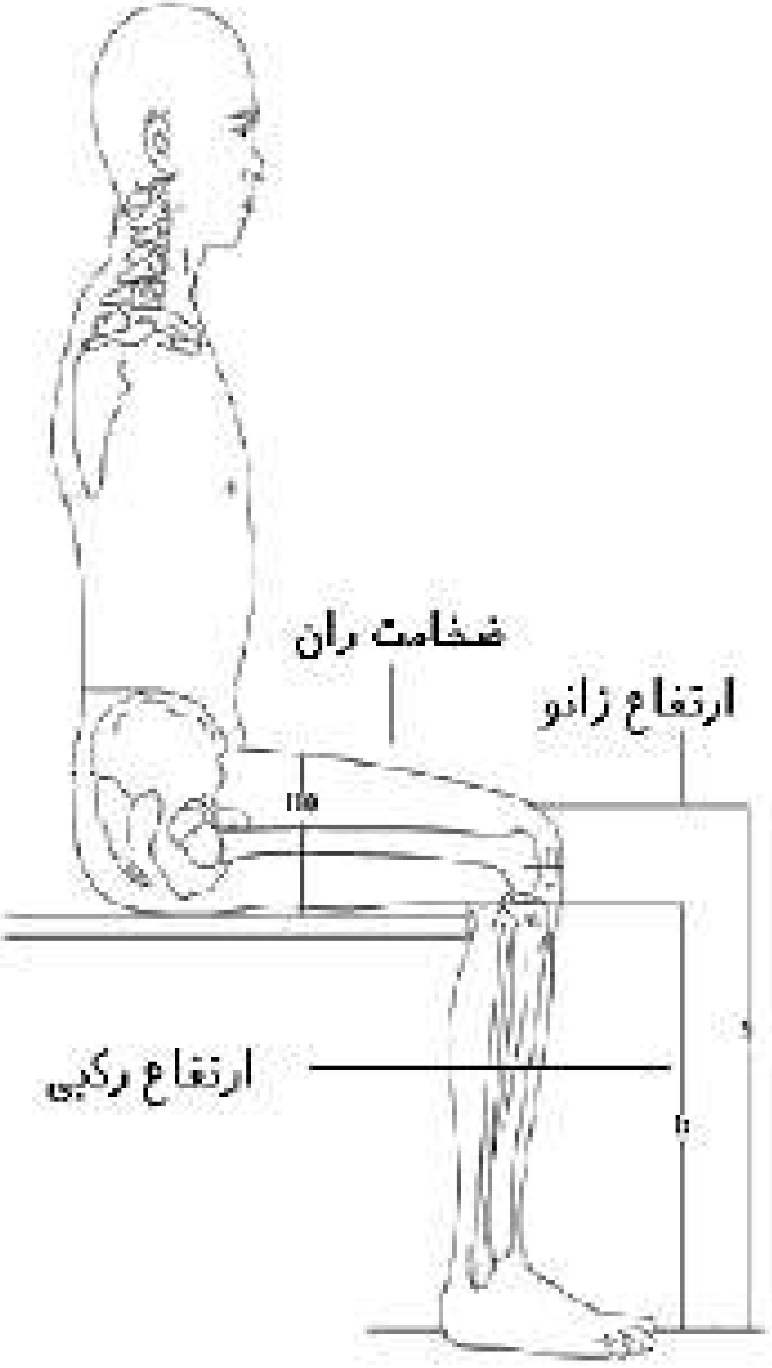
Health Risk	BMI (kg/m^2)
Risk of developing problems such as nutritional deficiency and osteoporosis	under 18.5
Low Risk (healthy range)	18.5 to 23
Moderate risk of developing heart disease, high blood pressure, stroke, diabetes	23 to 27.5
High risk of developing heart disease, high blood pressure, stroke, diabetes	over 27.5

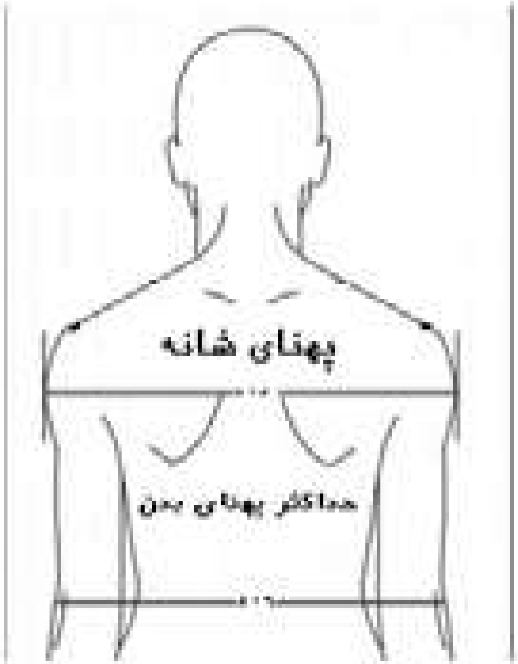
انواع آنتروپومتری

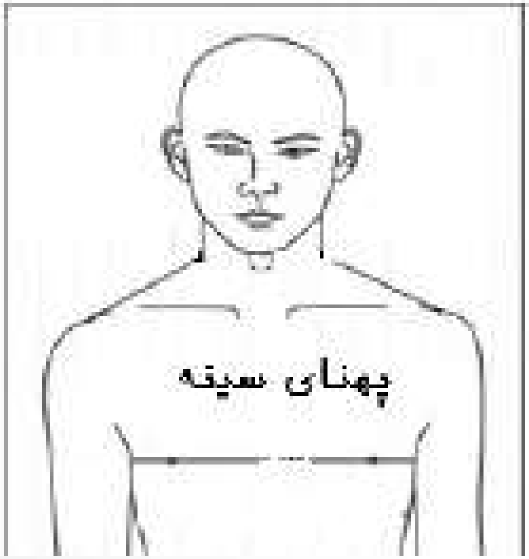
- آنتروپومتری استاتیک(ایستایی) :اندازه گیری ابعاد بدن درحالت ثابت
- آنتروپومتری دینامیک (حرکتی) اندازه گیری ابعاد بدن درحالت حرکت

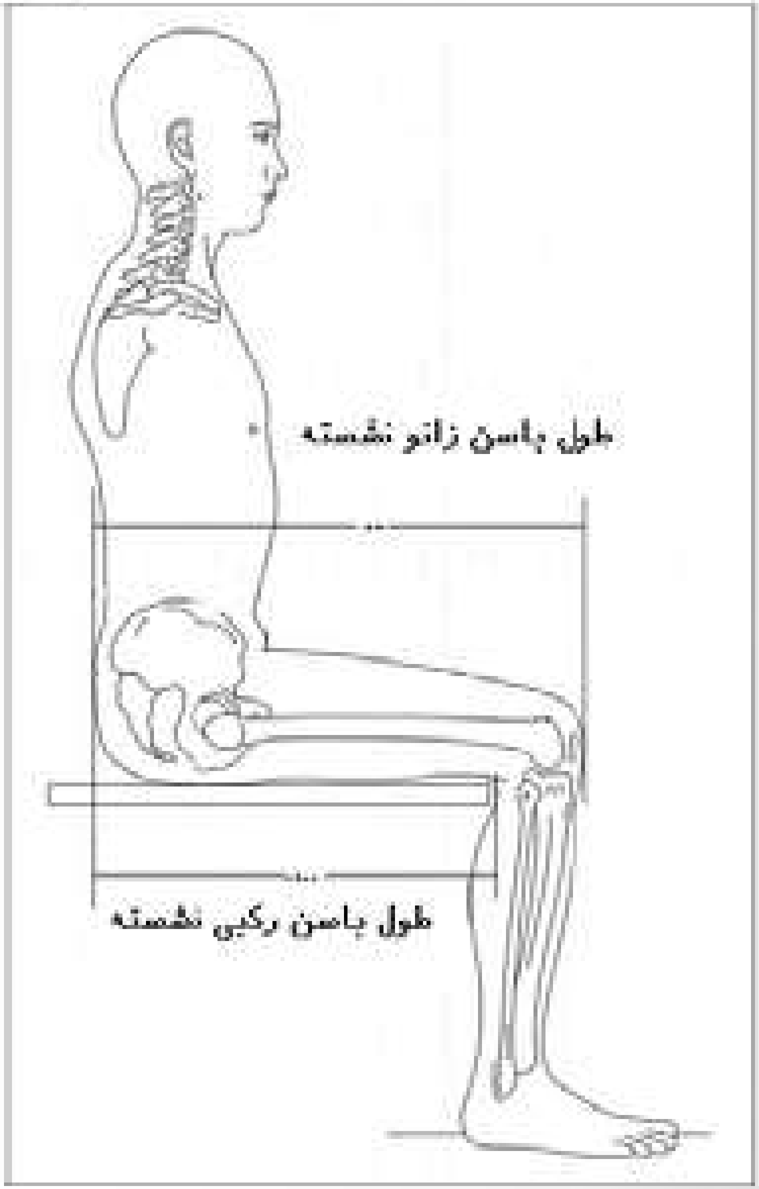

ارتفاع قد نشسته
ارتفاع چشم نشسته
ارتفاع ساعد نشسته
ارتفاع قد ایستاده
ارتفاع ساعد ایستاده

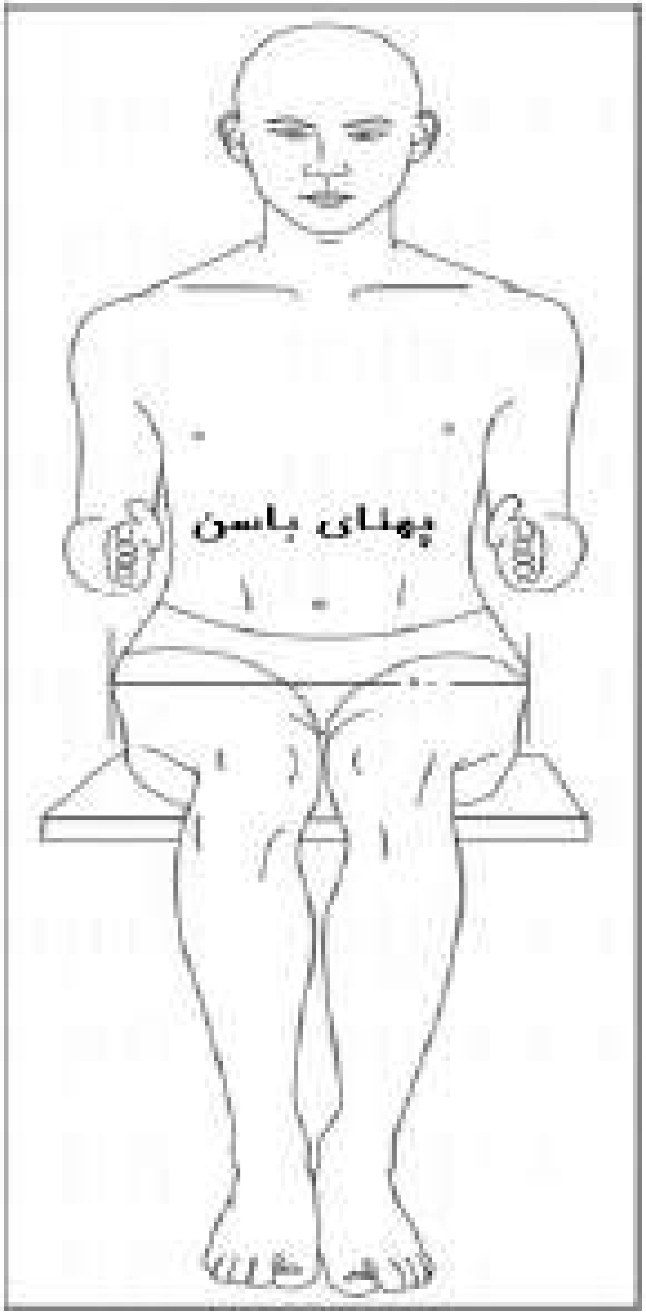

ارتفاع چشم ایستاده
B2
ارتفاع شانه ایستاده
B5
ارتفاع ساعد ایستاده
B20

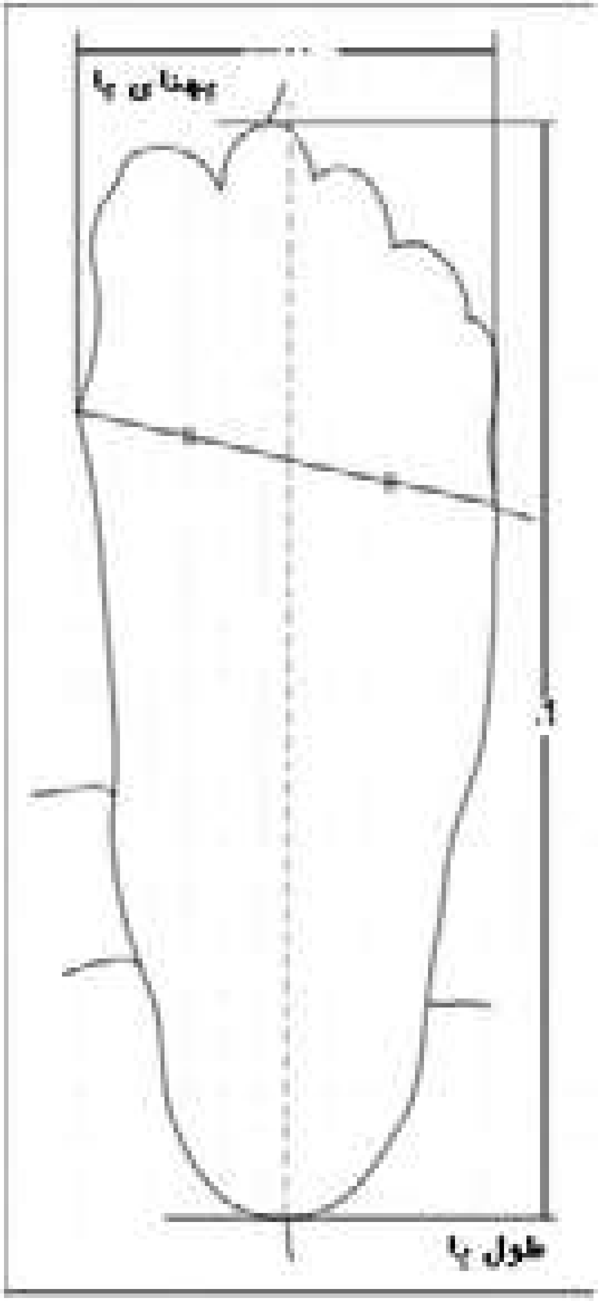

ضخامت ران
ارتفاع زانو
ارتفاع رکبی

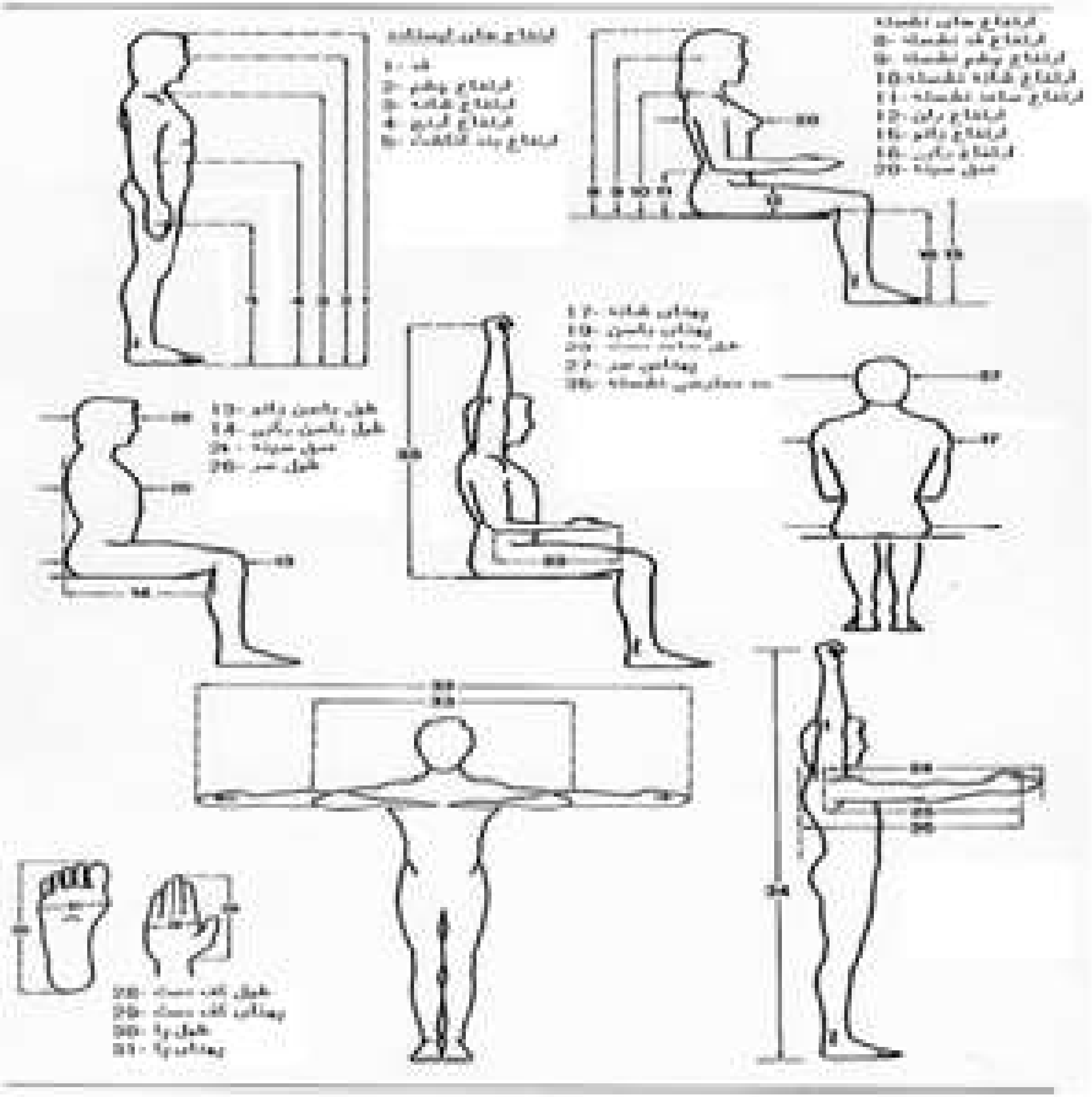

پهنای شانه
حداکثر پهنای بدن

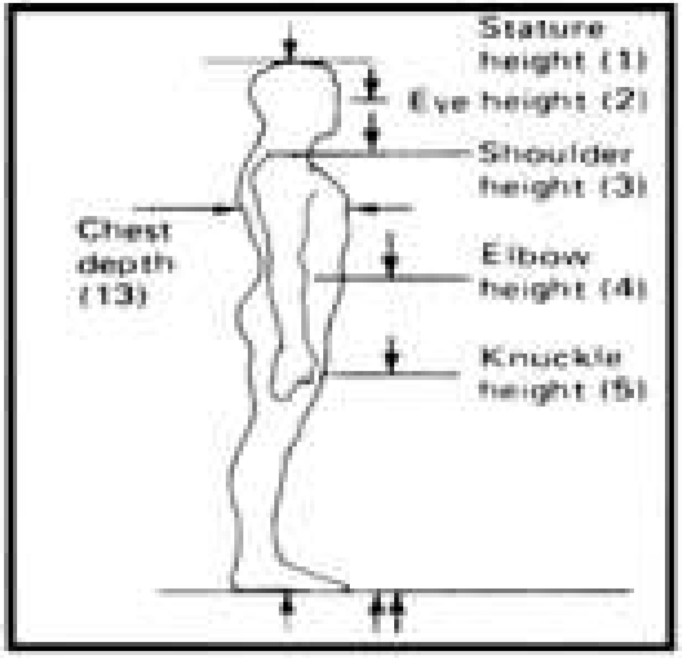

پهنای سینه

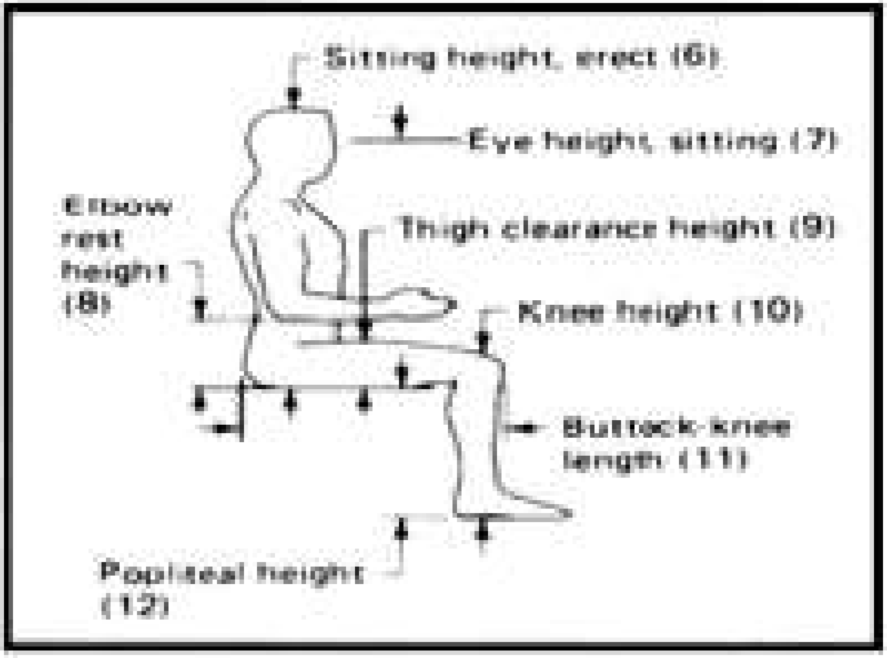

طول باسن زانو نشسته
طول باسن رکبی نشسته


پهنای باسن

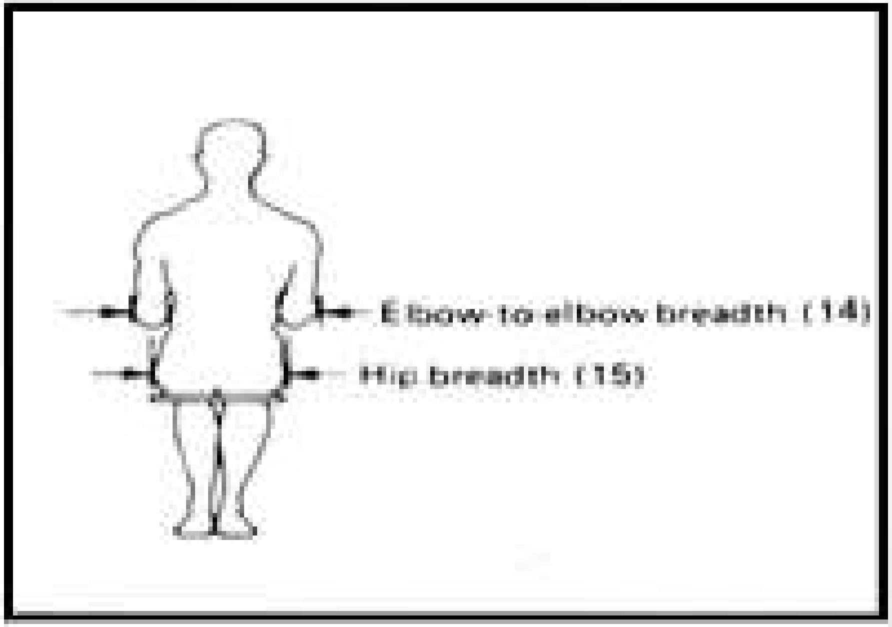

پهنای پا
طول پا







ابعاد ساختاری



آنتروپومتری استاتیک(ایستایی)

- حدود ۹۷۳ متغیرآنتروپومتریک استاتیک در بدن شناسایی شده است (متغیرآنتروپومتریک یعنی یک بعد قابل تعریف در بدن که بتوان آن را اندازه گیری نمود وبا یک واحد مشخص بیان کرد)
- حدود ۳۵ متغیرآنتروپومتریک استاتیک در بدن بعنوان متغیر های اصلی معرفی شده اند
- کلیه این متغیرها را می توان با ۸ معیار بیان کرد

معیار های اصلی آنتروپومتری

1. Height ارتفاع

منظور از ارتفاع تعیین فاصله دو نقطه ابتدا و انتها یک خط مستقیم بصورت عمود است مثلا ارتفاع قد

2. Bredth پهنا

منظور از پهنا فاصله دو نقطه عرض بدن بصورت مستقیم و افقی می باشد نظیر پهنای باسن

3. Depth عمق

منظور از عمق تعیین فاصله دو نقطه جلو و عقب بدن بطور مستقیم و افقی می باشد نظیر عمق سینه

Distance 4. فاصله

منظور از فاصله تعیین فاصله دو نقطه ابتدا و انتهای بین نقاط مشخصی از بدن بصورت خط مستقیم است

Curvature 5. انحنا

منظور از تعیین انحنا اندازه بخشی هایی از بدن است که نه بسته است نه دایره مثلا انحنای چانه

Circumstance 6. محیط

منظور از محیط اندازه های بسته ای است که انخنای بدن دارد این اندازه ها دایره نیست نظیر دور یا محیط کمر

Reach 7. حد دسترسی

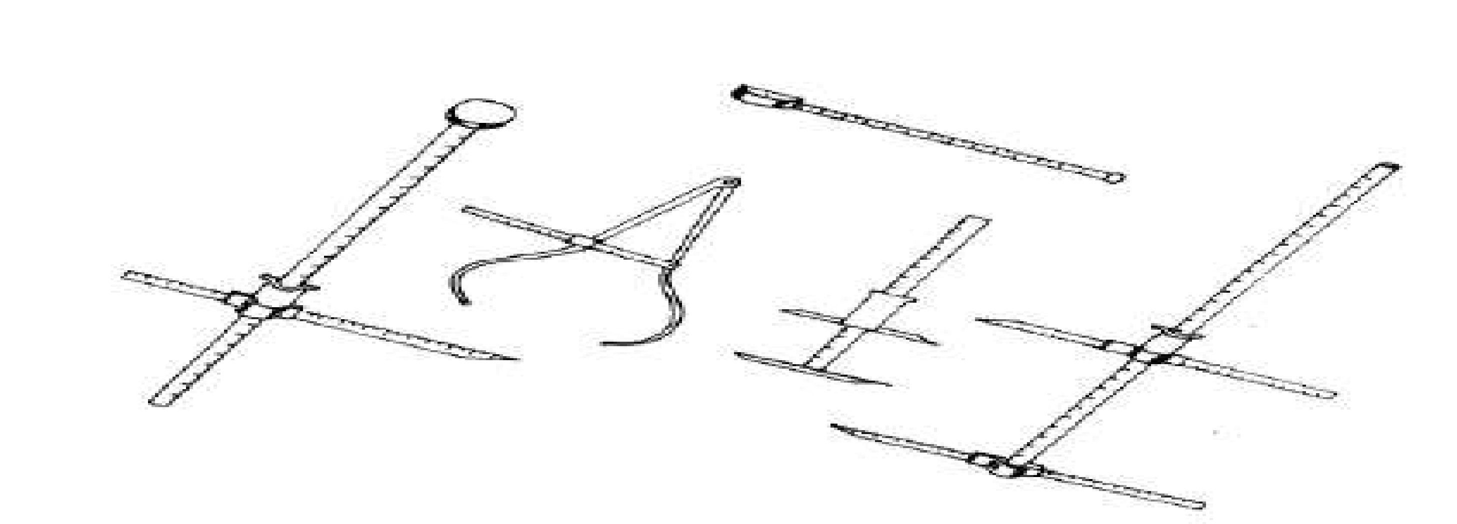
منظور از حد دسترسی اندازه محور طولی بازو (از شانه تا آرنج یا از شانه تا مچ) می باشد.

length 8. درازا

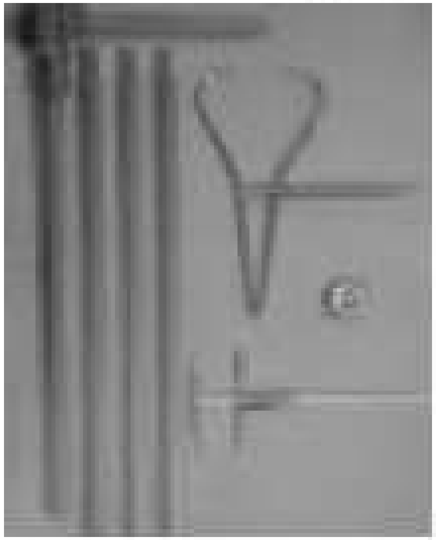
طول یک عضو از بدن

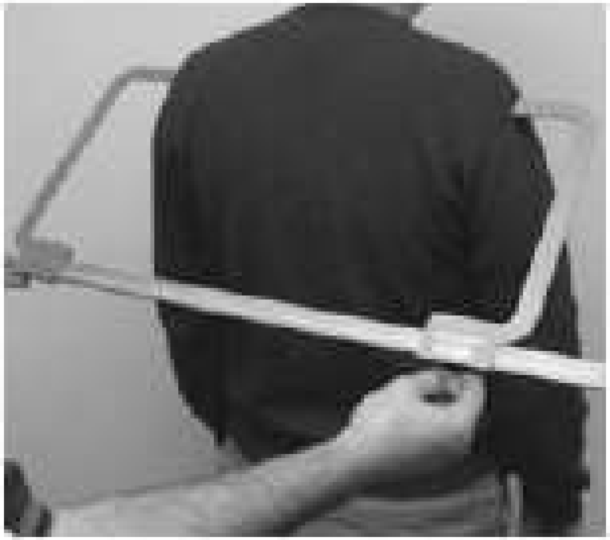
روشهای اندازه گیری

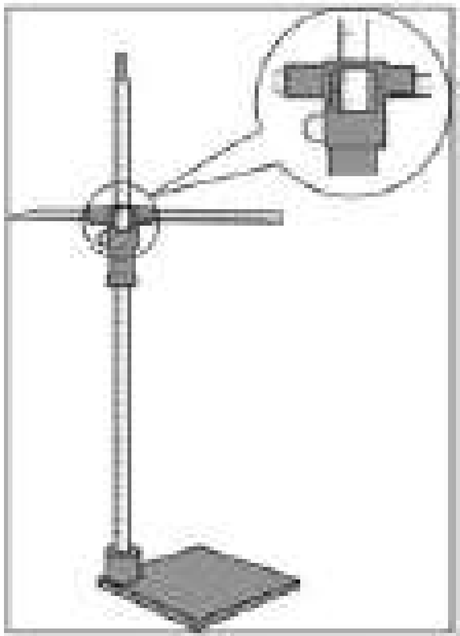
- اندازه گیری مستقیم
- عکس برداری و فیلم برداری
- استفاده از رابطه هبستگی در نمونه ها

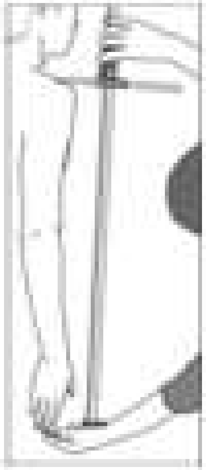


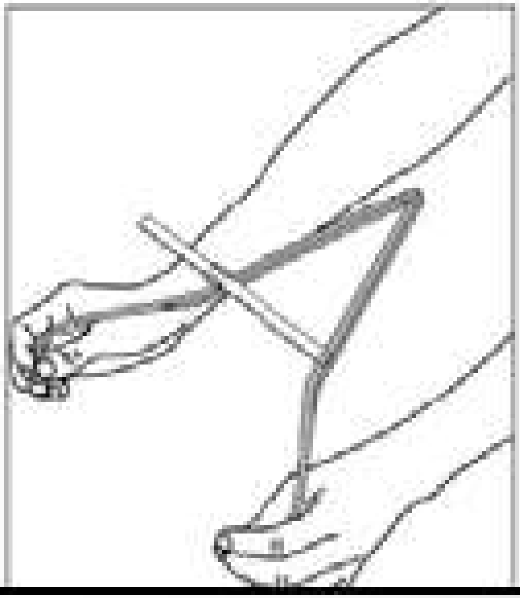
روش اندازه گیری فواصل مستقیم همانطوریکه از نام این روش پیداست ابعاد بدن انسان بوسیله اندازه گیری از روی سطح بدن اندازه گیری مي شوند. این ابعاد چنانچه اندازه ها مستقیم باشند اندازه گیری کوتاهترین فاصله بین دو نقطه از بدن مطرح خواهد بود. مثال درازای استخوانها، پهنا، عمق بدن، ارتفاع نقاط معيني از بدن تا سطح زمین در حالت ایستاده یا نشسته. اگر ابعـــاد و اندازه ها محیطي باشند اندازه گیری بین دو نقطه حول یک سطح از بدن و یا شروع از نقطهای و رسیدن بهمان نقطه مورد نظر خواهد بود. چنین اندازه گیریهایي خصوصا در طراحي لباسهای ایمني کاربرد دارند. در اندازه گیری ابعاد مستقیم معموال از وسایل ساده اندازه گیری آنتروپومتری استفاده مي شود. در اندازه گیری ابعاد محیطي نوارهای فلزی یا پارچه ای برای این منظور مناسب هستند

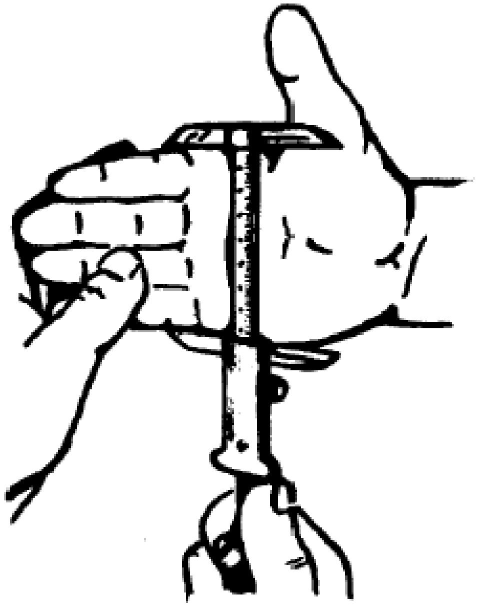


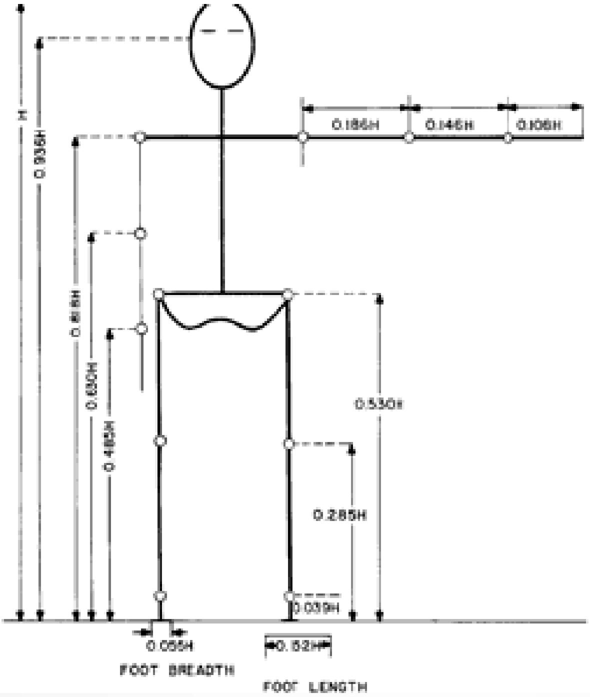











H
0.936H
0.630H
0.485H
0.186H
0.146H
0.108H
0.530H
0.285H
0.039H
0.055H
FOOT BREADTH
FOOT LENGTH

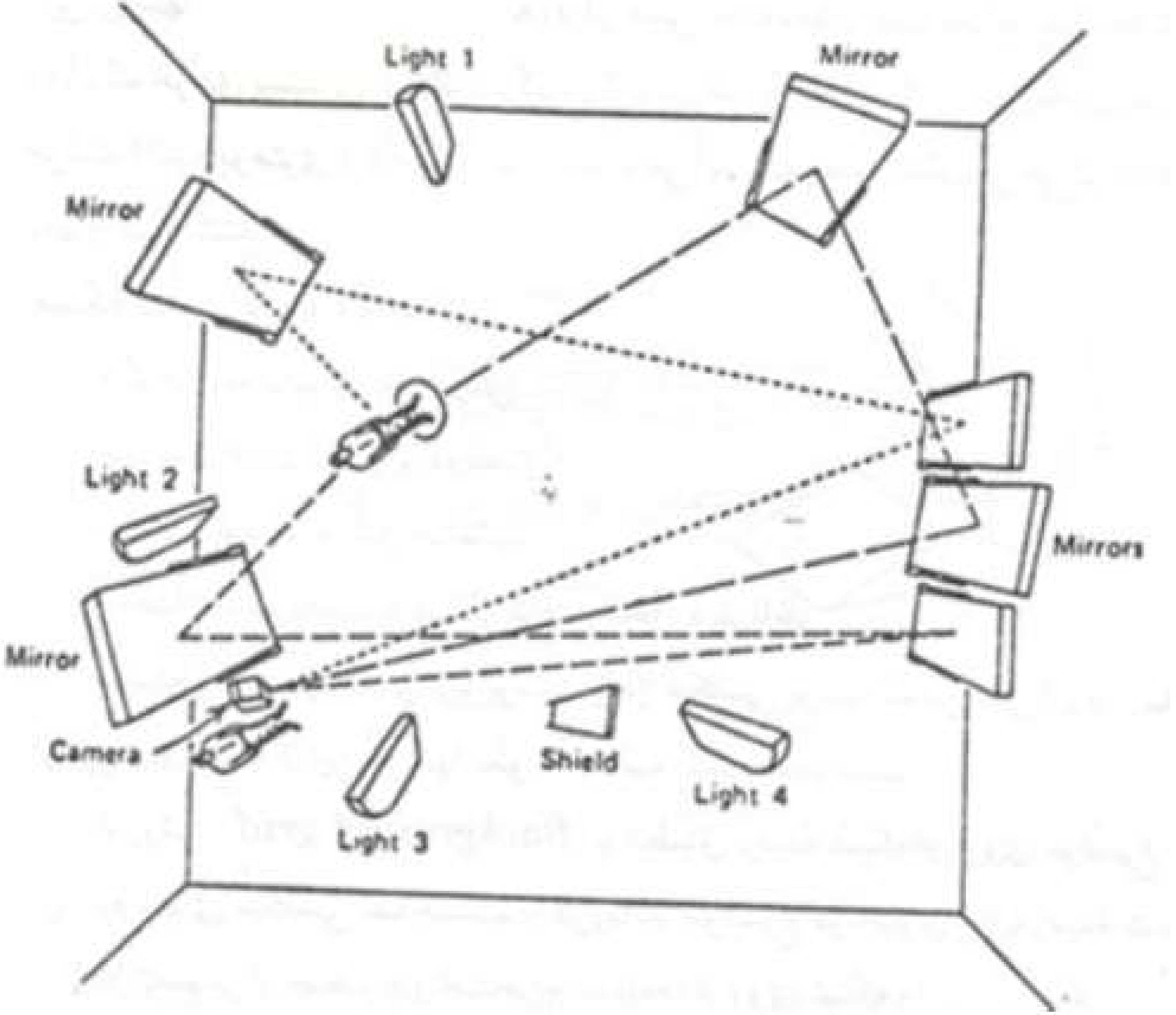
روشهای عکاسی و فیلم برداری این روشها مزایای زیادی نسبت به روش قبلي دارند مثال ثبت سریع اندازه ها که مي توان در یک زمان کم افرادی نسبتا زیاد را اندازه گیری کرد. در ضمن با این روش اندازه های بدن انسان در حالت حرکت (آنتروپومتری دینامیک) نیز بدست مي آید. همینطور عکاسي مي تواند هر سه بعد پیکر انسان را ثبت کند. مشکالت این شیوه عبارتند از:

- گران قیمت بودن این روش
- بدست آمدن تصاویر دو بعدی
- دشوار بودن تهیه اشل مناسب
- اختلاف موقعیت با درنظر گرفتن محل دید ناظر
- استخوان های راهنمای زیر پوست را در عکاسي بوسیله لمس نمي شود آزمایش کرد.

در زیر دو نمونه از این روشها بطور خالصه اشاره شده است:

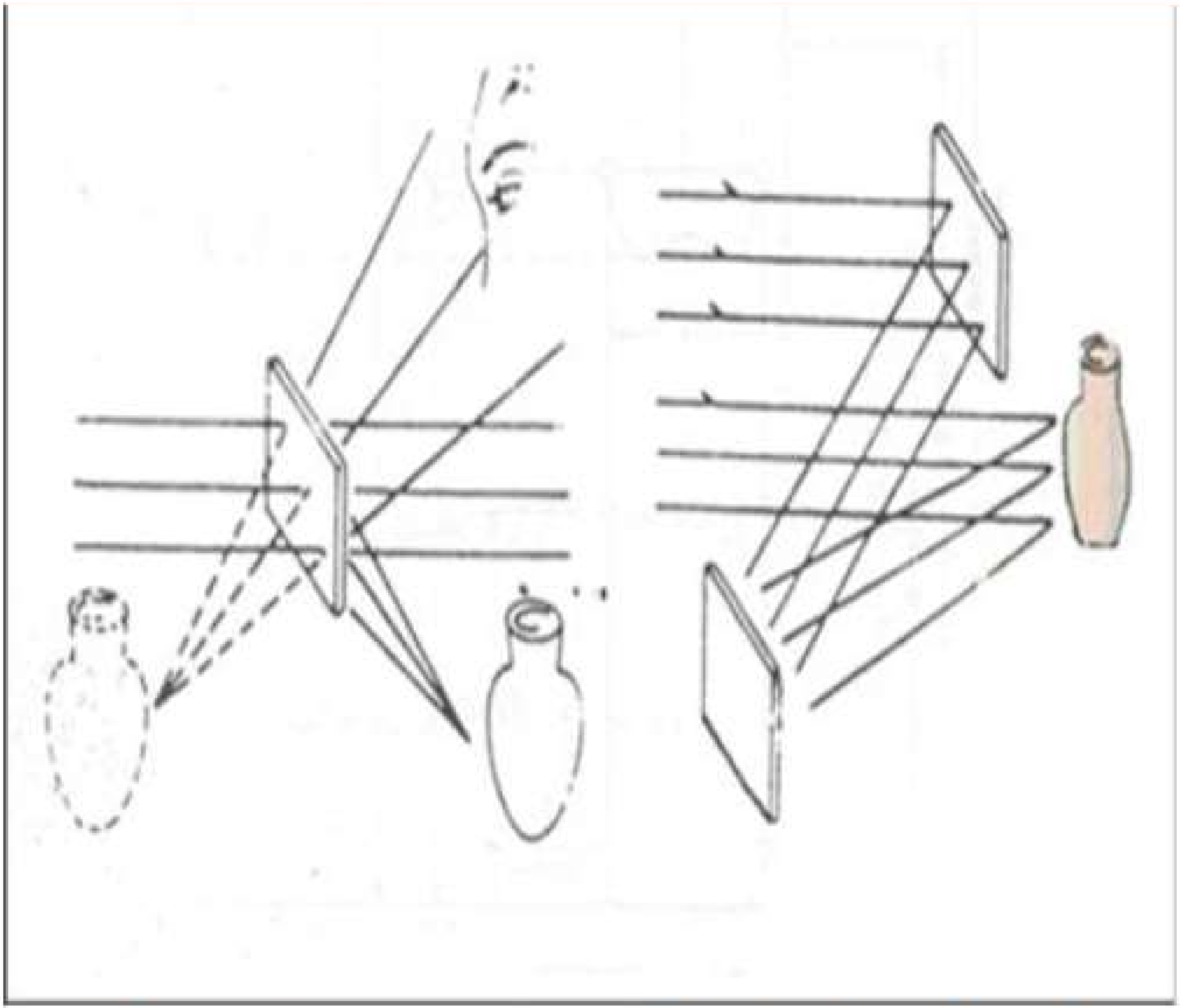
- **روش انطباق زمینه شبکه ای روی شيء:** يکي از معمولترین روشهای عکاسي عبارتست از قراردادن شيء در جلوی یک زمینه شبکه ای و گرفتن عکس و تصویر از آن و استخراج اندازه ها از روی شبکه.
- **روش فتومتریک:** این سیستم ترکيبي از آئینه های ثابت، واحدهای فالش الکتریکي سینکرون شده و دوربین مي باشد. آئینه ها به گونه ای تنظیم شدهاند که چهار شمای کامل (جلو، عقب، بغل و باالی سر) از شخص ایستاده را به دوربین منعکس مي نمایند(شکل صفحه بعد)چگونگي کار را نشان مي دهد.

روش اندازه گیری سه بعدی ۲ از آنجائیکه اندازه های سه بعدی انسان در طراحي برخي از وسایل که باید دقیقا براساس فرم اجزاء بدن ساخته شوند کاربرد زیادی دارند مثال دستگاه های کنترل در کابین خلبان هواپیما و یا ماسک های اکسیژن که بصورت بسته مي شوند استفاده از مانکنها با اندازه طبیعي انسان در مطالعات و بررسي های آماری آنتروپومتری مرسوم شده است. روشهای جدید مانند عکس برداری برجسته نما و ۳ سه بعدی با چند دوربین یا آئینه، هولوگرافي استفاده از فیلم و نوارهای ویدئویي، بجای فتوگرافي مورد استفاده قرار گرفتند. به این دالیل روش فتوگرافي آنتروپومتری بطور گسترده ای مورد استفاده قرار نگرفته اند.



شکل ۱-۱: وضعیت اتاق فتومتریک

هولوگرافي : چنانچه موفق شويم موجي را كه از يک شي تحت تابش نور منعكس ميشود و به چشم ما ميرسد عيناً با همان دامنه و فاز بر يک شيشه عكاسي كه بين شي و چشم حايل باشد (منجمد) كنيم و سپس همين موج را هر وقت كه بخواهيم از حالت (انجماد) درآوريم يک تصوير سه بعدی همانند شيء بدست خواهيم آورد. اين نوع عكسبرداری از اشياء را (هولوگرافي) ميخوانند و شيشه دارای تصوير نهفته را هم (هولوگرام) مينامند. در شكل (۱-۲) طرز توليد يک هولوگرام و نحوه استفاده از آن نمايش داده شده است. روش كار به اين نحوه است كه: بخشي از پرتوهای ليزر را از طريق يک آينه، بر يک شيشه عكاسي مي تابد (پرتوهای مستقيم) بخش ديگر همين پرتوها شي مورد نظر را روشن مي كند و نور منعكس شده از شي (پرتوهای بازتابشي) با پرتوهای مستقيم بر شيشه عكاسي تداخل ميكند (الف). اينک اين دو دسته پرتو، برحسب شدت و تناسب فاز موجها يكديگر را در نقاط معين بر شيشه عكاسي تقويت يا تضعيف مي كند. چنانچه پرتوها همفاز باشند اثر حاصل از تداخل بر شيشه عكاسي از اثر پرتو مستقيم به تنهايي روشنتر خواهد بود و اگر پرتوها با فازهای مخالف باشند اثر حاصل از تداخل از اثر پرتو مستقيم به تنهايي تاريكتر خواهد شد. اينک اين نمونه، پس از آنكه از مرحله ظهور گذشت هولوگرافي مي شود كه تحت پرتوهای ليزر يک تصوير سه بعدی در چشم ناظر نمايان مي كند به اين ترتيب كه ناظر با جابجا كردن سر و تغيير دادن زاويه ديد تصوير شي را در همه ابعاد مي تواند ببيند.



شکل ۱–۲ الف : تولید یک هولوگرام   ب) طرز استفاده از هولوگرام

روش رابطه بیومتریک

بعضي از دادههای آنتروپومتريكي در رابطه آماری نزدیک با یکدیگراند اگر نحوه ارتباط مشخص باشد میتوان با استفاده از شاخصهای آماری از روی اندازه های داده شده اندازه های دیگر را (این ارتباط بین اندازه های مختلف بدن و قد انسان نشان داده) محاسبه و تعیین نمود. علاوه بر ارتباط بین ابعاد مختلف که در فوق دیده مي شود مي توان تخمین هائي از کل سطح بدن، چگالي کل بدن و حجم بدن نیز ارائه داد. برای تخمین کل سطح بدن از فرمول زیر استفاده مي شود:

فرمول(Dubois)

فرمول (Dubois)

A= 71.84 (0.430 W) (0.720 H)

که در آن:

A: کل سطح بدن بر حسب Cm2

W: وزن بدن بر حسب Kg

H: طول قد Cm

A= 50W + 80 H - 3300

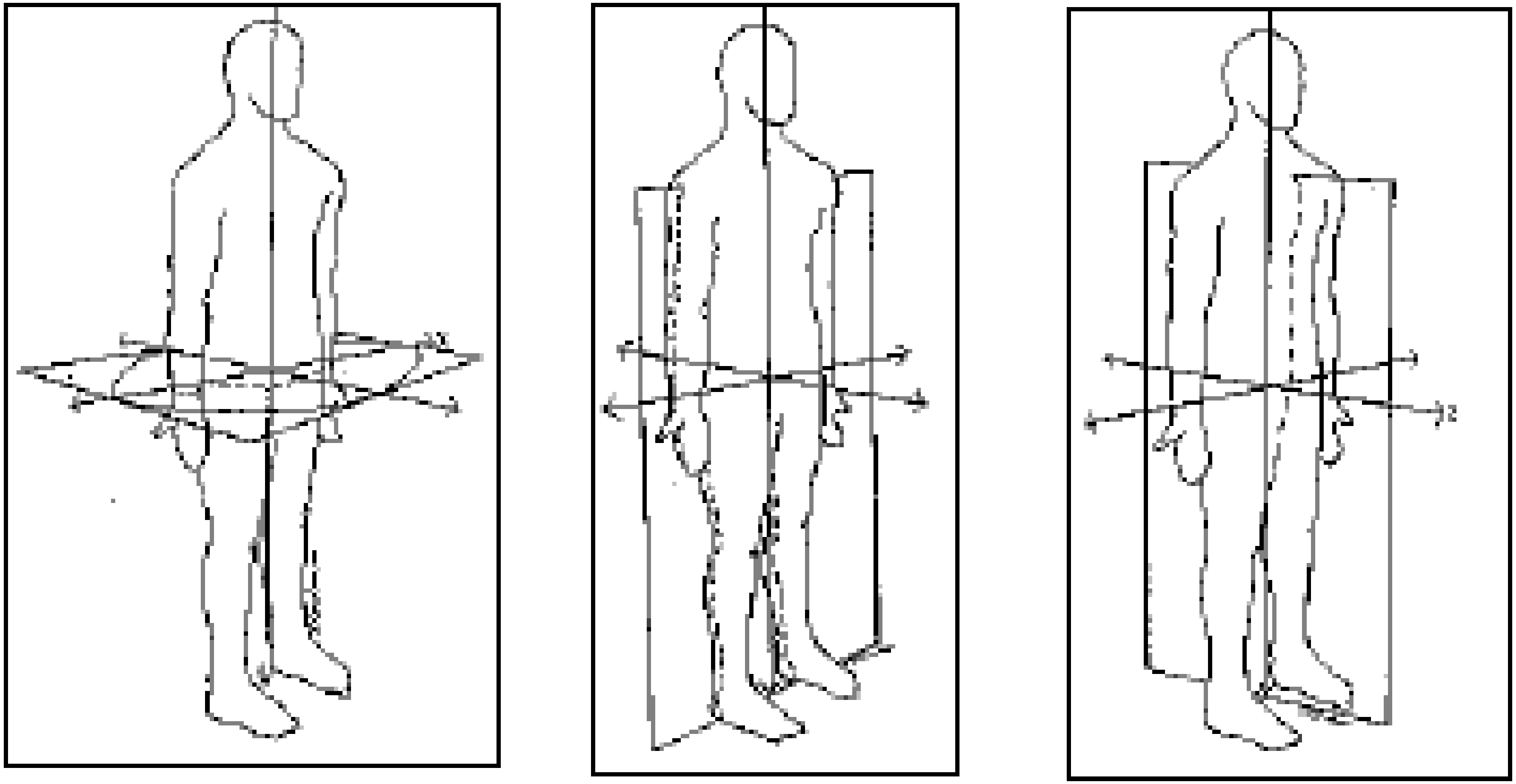
که در آن :

W: وزن بدن بر حسب Lb

H: قد بر حسب Cm

آنتروپومتری دینامیک (حرکتی)

- اندازه گیری ابعاد بدن در حالت حرکت است
- معمولا حرکات نسبت به سه صفحه سنجیده می شوند



Transverse Plane **Frontal Plane** **Sagittal Plane**

نمونه هایی از متغیرهای دینامیک

متغیر های دینامیک در برخی موارد کمتر و در برخی موارد بیشتر از متغیرهای استاتیک است

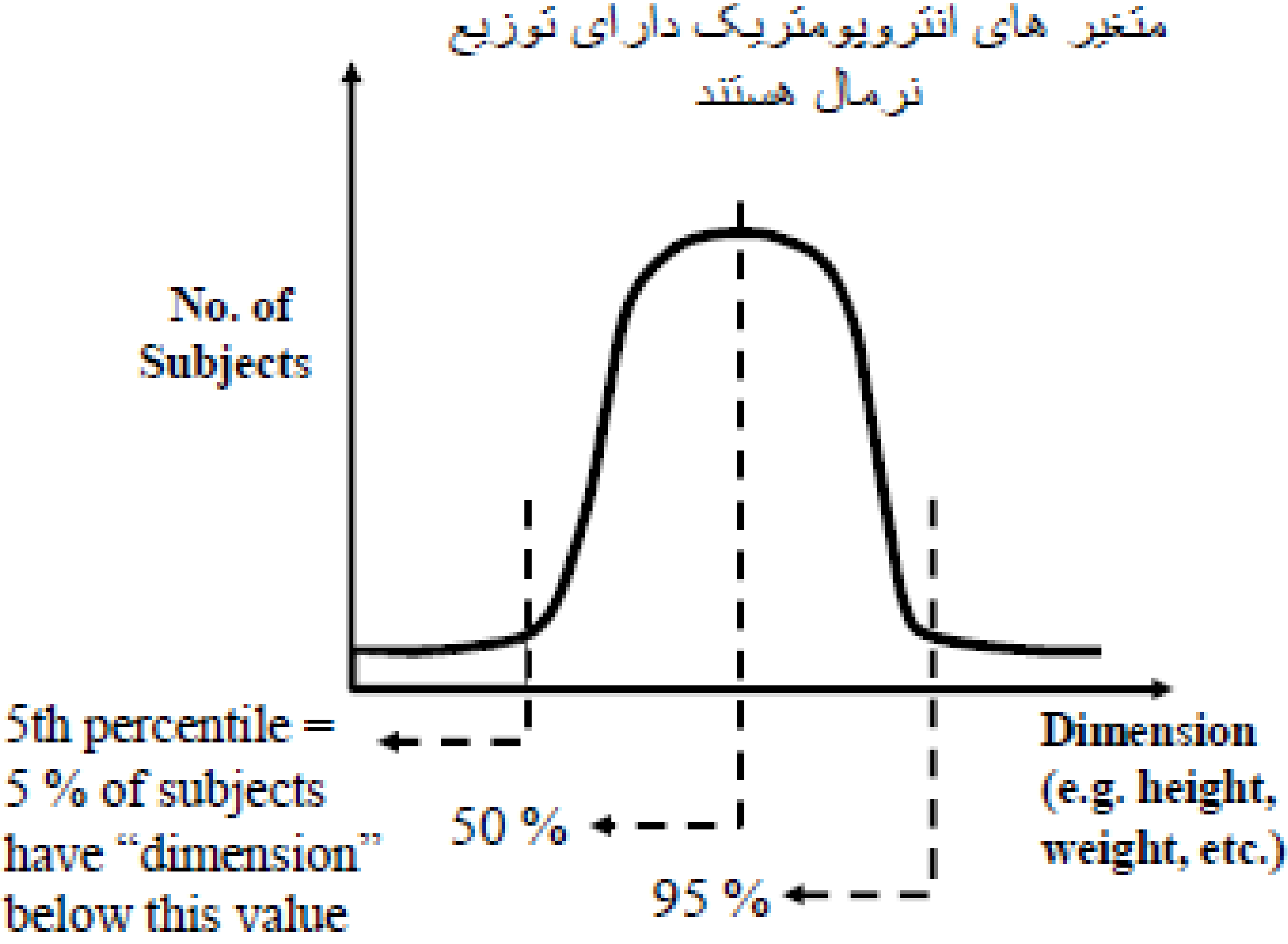
برای مثال:

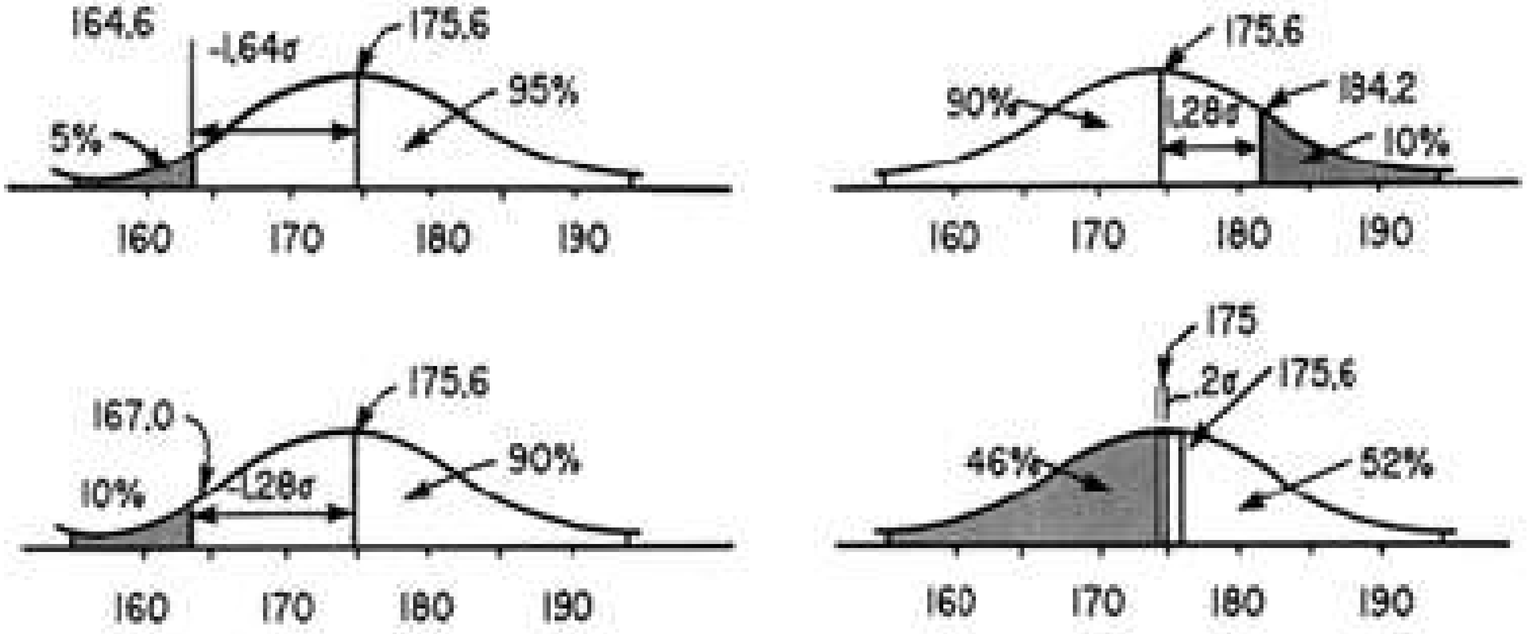
- **طول قد در حالت دینامیک حدود ۹۷ در صد حالت استاتیک است**
- **دسترسی بازو در حالت دینامیک حدود ۱۲۰ در صد حالت استاتیک است**

کاربرد داده های آنتروپومتریک

...

تعیین صدک ها و انحراف استاندارد




164,6
-1,64σ
175,6
95%
5%
160
170
180
190
175,6
90%
184,2
1,28σ
10%
160
170
180
190
167,0
175,6
1,28σ
90%
10%
160
170
180
190
175
.2σ
175,6
46%
52%
160
170
180
190

انواع طراحی بر اساس داده های آنتروپومتریک

با توجه به صدآهای به دست آمده و منحنی نرمال می توان مبنای طراحی را برای سه گروه تعریف نمود:

- افراد کران بالا و پایین
- افراد متوسط
- گستره های قابل تنظیم

طراحی برای افراد آران (Extreme)

- در این طراحی مبنای اطلاعات صدک پنجم یا صدک نود و پنجم جمعیت در نظر گرفته می شود .

بطور مثال برای تعیین ، در این طراحی گاهی حد بالا (Maximum limit) درب ورودی

و گاهی حد پایین (Minimum limit) ارتفاع لبه فوقانی قاب بطور مثال برای تعیین حداآثر ارتفاع نسب سیستم های اعلام حریق استفاده نمود.

طراحي براي افراد متوسط (Design for the Average)

در اين طراحي مبناي اطلالاعات صدك پنجاهم جمعيت مي باشد.

عموماَ براي طراحي وسايل و تجهيزاتي عمومي آاربرد دارد ، مانند ارتفاع نشيمنگاه براي صندلي پارآها ، ابعاد دستگيره دربها و ...

طراحي براي گستره هاي قابل تنظيم
(Design for Adjustability)

این نوع طراحي بیشترین کآربرد را در صنعت و مشاغل دارد چرا که مناسب با اپراتور و قابل تنظیم مي باشد.(مبنا صدک ۵ تا ۹۵)

مراحل طراحی

تعیین متغیر های آنتروپومتریک مورد نیاز

تعیین شیوه طراحی مورد نظر

تعیین جامعه مورد نظر

استفاده از داده های آنتروپومتریک

نمونه هايي از كاربرد داده هاي آنتروپومتريك

وزن

تعريف: وزن بدن بدون لباس

كاربرد: طراحي صندلي، نردبان، پلكان و وسايل حمل و نقل

طول قد:

تعريف: فاصله عمودي بلندترين نقطه سر تا كف پا در وضعيت ايستاده، بدون كفش، نگاه مستقيم به جلو

كاربرد: طراحي اتاق ها، راهروها، اتومبيل، در ورودي، كيسه خواب، تخت خواب، تعيين كمترين فضاي خالي بالاي سر براي جلوگيري از برخورد سر با مانع

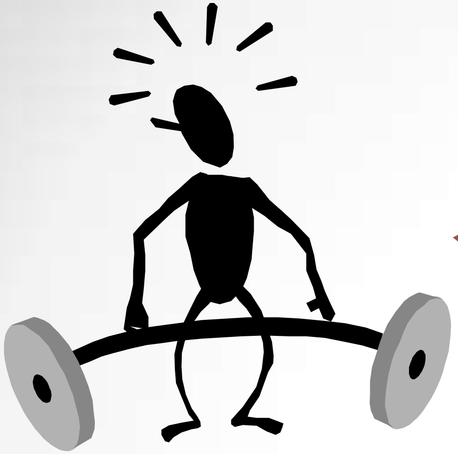
صدك مورد استفاده: معمولا صدك حداكثر يا صدك

فاصله دسترسي: طراحي براى افراد كوچكتر باعث مي شود كه هم افراد كوچک و هم افراد بزرگ بتوانند براحتي از وسيله طراحي شده استفاده كنند عكس آن صحيح نمي باشد. اما طراحيهائي كه منحصرا افراد متوسط را مدنظر قرار مي دهند براى افرادى كه در زير صدک ۴۰ قرار دارند مناسب نمي باشد. از جنبه هاى ديگر استدالل غلط مرد متوسط اين است كه تعداد بسيار كمي از افراد از تمام جهات يا حتي در بعضي موارد داراى ابعاد متوسط مي باشند. بطور كلي كمتر از ۴ %از كل افراد يک جمعيت داراى مقادير متوسط در ۳ صفت يا بعد اندازه گيرى شده مي باشند و حدود ۱ %از كل افراد جمعيت داراى مقادير متوسط در ۴ صفت يا بعد اندازه گيرى شده مي باشند)يعني اگر سه اندازه مثال قد، وزن و محيط قفسه سينه را در نظر بگيريم تنها كمتر از ۴ %از كل افراد جمعيت در هر سه اين موارد ذكر شده داراى مقادير متوسط مي باشند(. نكات ذكر شده براى قد و وزن و محيط قفسه سينه حقيقت داشته برخالف اينكه اين ابعاد مستقل نبوده بلكه وابسته اند. نه تنها از نظر تئورى فرضيه مرد متوسط غلط و سفسطه آميز مي باشد بلكه در عمل نيز مهندسان و طراحان ابعادى را به عنوان متوسط درنظر مي گيرند كه حقيقتاً از متوسط هر كدام از ابعاد به تنهايي اختلاف دارد.

بلند کردن بار

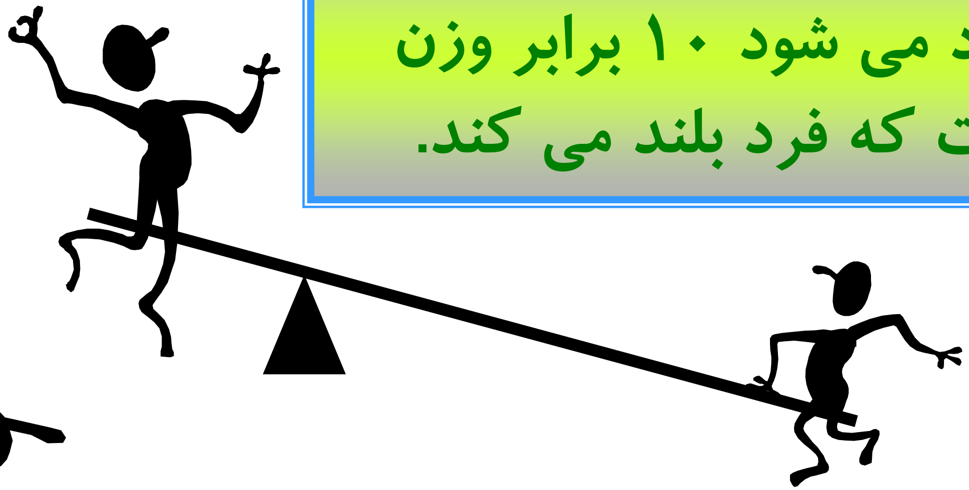
• • •

بلند کردن صحیح بار



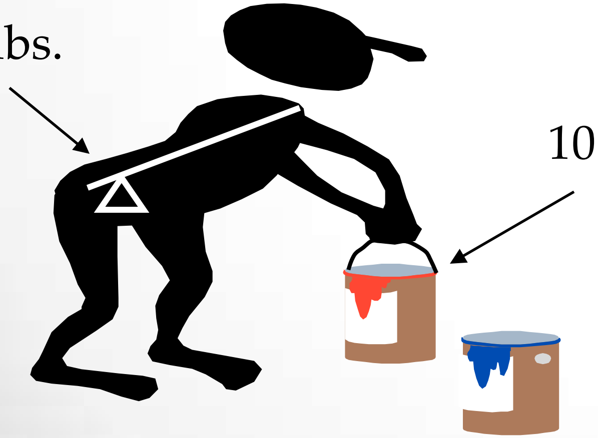
میزان فشاری که در اثر بلند کردن بار به کمر وارد می شود ۱۰ برابر وزن جسمی است که فرد بلند می کند.

(200 lbs.)



(40 lbs.)

100 lbs.



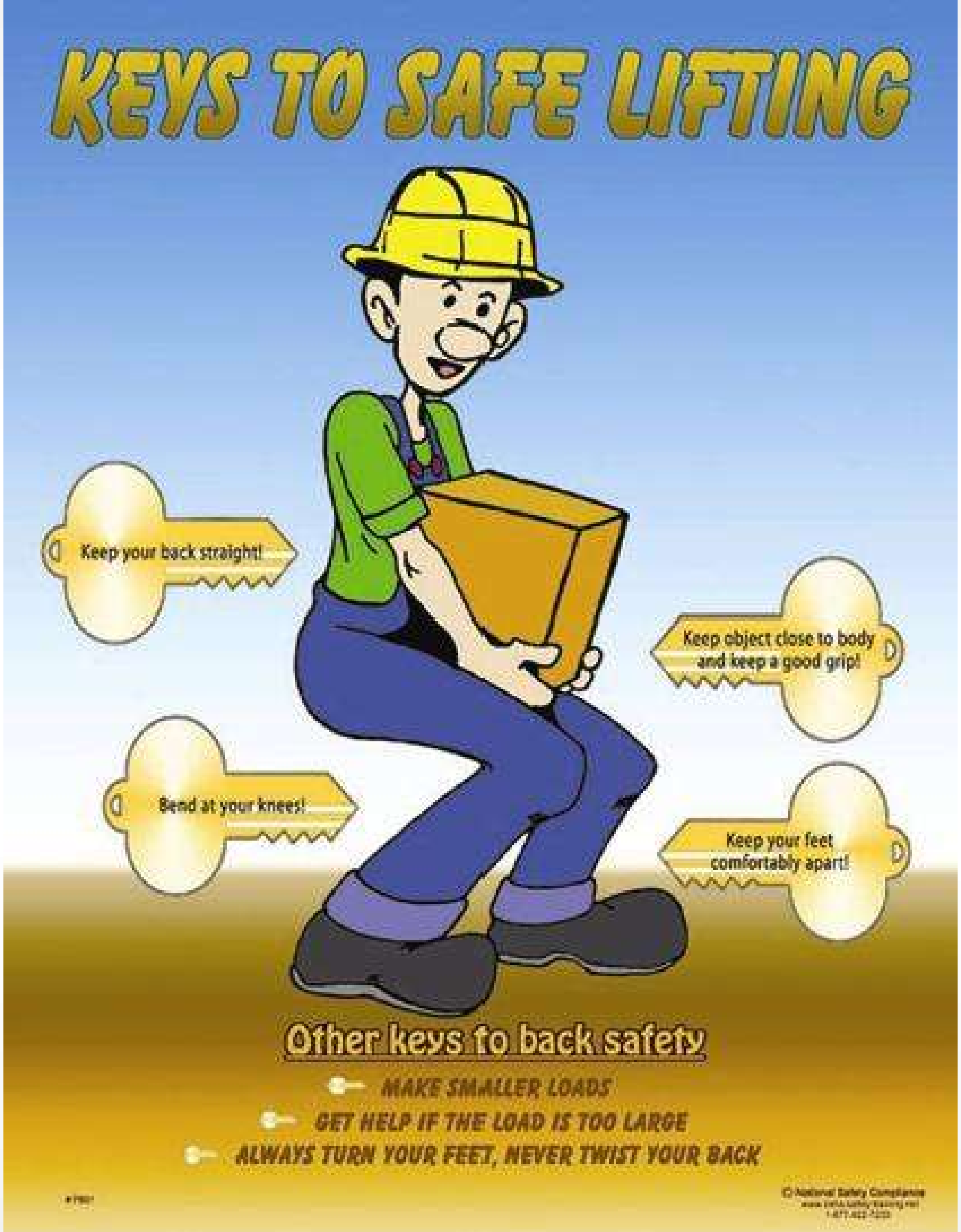
10 lbs.

حداکثر باری که انسان می تواند در دراز مدت بدون آسیب بلند کند ۲۳ کیلوگرم است .

؟؟؟

قبل از بلند کردن بار در مورد نحوه بلند کردن و جابجایی آن فکر کنید.

اگر کمی فکر کنید می توانید کمرتان را نجات دهید.


KEYS TO SAFE LIFTING
Keep your back straight!
Keep object close to body and keep a good grip!
Bend at your knees!
Keep your feet comfortably apart!
Other keys to back safety
MAKE SMALLER LOADS
GET HELP IF THE LOAD IS TOO LARGE
ALWAYS TURN YOUR FEET, NEVER TWIST YOUR BACK

نزدیک بار بایستید

زانوهایتان را خم کنید (نه کمرتان را)

اجازه دهید نیروی پاهایتان را بار را بلند کند

از تجهیزات موجود برای بلند کردن و جابجایی بار استفاده کنید

برای بلند کردن اشیاء سنگین یا اشیائی که شکل نامناسب دارند، درخواست کمک کنید

بلند کردن صحیح بار

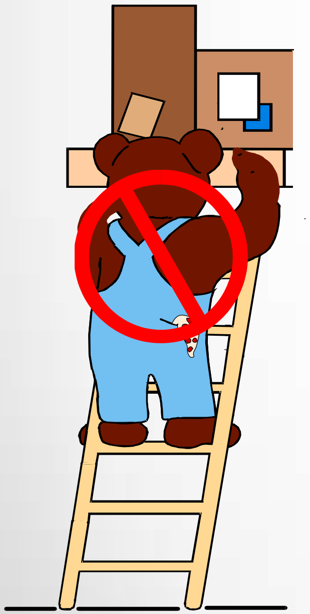
در هنگام بلند کردن بار :

- بار را نزدیک خود نگه دارید تا بتوانید جلوی تان را ببینید .
- بار را متعادل نگه دارید .
- از چرخش کمر اجتناب کنید .
- مراقب موانع سر راه و ورودی درب ها و همچنین راه پله ها باشید .

بلند کردن صحیح بار

در وضعیتهای نامناسب :

زمانی که مجبورید بار را از یک ارتفاع بالا بردارید یا پائین بگذارید :



- به جای نردبان از یک سکو استفاده کنید .
- در صورت امکان بار را به چند قطعه کوچکتر تقسیم کنید .
- بار را مقداری هل دهید تا وزن و تعادل آن را برآورد کنید .
- قبل از بالا بردن یا پائین آوردن بار آن را تا حد ممکن به خود نزدیک کنید .
- در صورت نیاز از دیگران کمک بخواهید .

بلند کردن صحیح بار

حدود تماس مجاز (TLV) برای بلندکردن دستی:

شرایطی پیشنهاد می شود که تحت آن شرایط تمام کارگرانی که به صورت دائم و روزانه در تماس با خطر بلندکردن دستی بار(به عنوان یک وظیفه تکراری) می باشند، دچار آسیب در ناحیه کمر و شانه نشوند .

حداکثر وزن بار مجاز برای بار ۲۳ کیلوگرم شده است.

حدود مجاز تماس شغلی برای بلند کردن دستی بار

- بلندکردن دستی بصورت تک نفره (در محدوده زاویه ۳۰ درجه نسبت به افق) براساس محدوده وزنی بار برحسب کیلوگرم و برای دو دست و در زمانی که بسته های بار مشابه و وظیفه جابجایی (از مبدا تا مقصد) بصورت تکراری باشد .

استاندارد های مربوطه با توجه به این متغیر ها تعیین شده است :

- حمل دستی بار براساس طول مدت زمان حمل (کمتریا بیش از ۲ ساعت در طول یکروز کاری) همچنین دفعات حمل دستی و فواصل حمل در هر ساعت .

درصورت وجود هریک از عوامل یا شرایط کاری که در زیر شرح داده شده میبایست با نظر متخصصین ارگونومی، محدوده وزنی بار را تا کمتر از حدود استاندارد کاهش داد:

1. افزایش موارد حمل دستی بار (بیش از ۳۶۰ بار در هرساعت)
2. طولانی بودن شیفت کاری و حمل دستی بار بیش از ۸ ساعت درروز
3. حمل دستی بصورت نامتقارن و با زاویه بزرگتر از ۳۰ درجه نسبت به خط عمود
4. حمل با یک دست
5. حمل دستی در حالاتی مثل نشسته یا زانو زده بصورت اجباری
6. گرما و رطوبت بیش از حد مجاز (با توجه به TLVاسترس گرمایی)
7. حمل مواد ناپایدار مثل حمل مایعات در حالت جابجایی مرکز ثقل
8. حمل اشیائی که دسته یا دستگیره نداشته و یا دسته یا دستگیره ضعیف و ناپایدار است .
9. حمل در محل های ناپایدار که فرد قادر به حفظ تعادل بدن با هردو پا نمیباشد مثل سطوح مرتعش
10. حمل در حین تماس با ارتعاش تمام بدن و یا بلافاصله پس از تماس با ارتعاش تمام بدن (ارتعاش بیش از مقادیر TLV)

حدود وزنی توصیه شده (RWL)

- RWL به عنوان وزن باری که تقریباً تمام کارگران سالم میتوانند آن را برای مدت زیادی (مثلا تا ۸ ساعت) بدون افزایش ریسک کمردرد ناشی از بلند کردن بار بلند کنند. منظور از کارگران سالم، کارگرانی هستند که شرایط بهداشتی نامطلوبی ندارند که ریسک صدمات اسکلتی عضلانی در آنها افزایش یابد.
- RWL از طریق معادلهٔ زیر تعریف می گردد:

$$RWL = LC \times HM \times VM \times DM \times AM \times FM \times CM$$

حدود وزنی توصیه شده (RWL)

1. **بلند کردن بار**: عبارتست از عمل گرفتن دستی هر شئی با اندازه و جرم تعریف شده با دو دست و حرکت عمودی شی بدون استفاده از وسایل کمکی مکانیکی
2. **وزن بار(L)**: عبارتست از وزن شئی که باید برداشته شود بر حسب پوند یا کیلوگرم که وزن ظرف آن نیز شامل این وزن می شود.
3. **موقعیت افقی(H)**: عبارتست از فاصلهٔ دستها از نقطهٔ میانی قوزک پاها برحسب اینچ یا سانتیمتر (در مبدا و مقصد بلند کردن بار اندازه گیری می شود) .
4. **موقعیت عمودی (V)**: عبارتست از فاصلهٔ دستها تا زمین، برحسب اینچ یا سانتیمتر (در مبدا و مقصد بلند کردن بار اندازه گیری می شود).
5. **فاصلهٔ عمودی انتقال (D)**: عبارتست از مقدار واقعی اختلاف بین ارتفاع های عمودی در مبدا و مقصد بلند کردن بار، بر حسب اینچ یا سانتیمتر .

حدود وزنی توصیه شده (RWL)

۶. زاویهٔ عدم تقارن (A): عبارتست از اندازهٔ زاویه ای دور بودن شئی از جلوی بدن کارگر در ابتدا یا انتهای بلند کردن بار، برحسب درجه (در مبدا و مقصد بلند کردن بار اندازه گیری می شود). زاویهٔ عدم تقاون از طریق محل نسبی بار با صفحهٔ ساجیتال میانی کارگر تعریف می گردد.

۷. وضعیت طبیعی بدن: عبارتست از وضعیت قرارگیری بدن در زمانی که دستها به طور مستقیم در جلو بدن قرار می گیرند و حداقل چرخش در پاها یا شانه ها وجود دارد.

۸. تکرر بلند کردن (F): عبارتست از متوسط تعداد بلند کردن بار در دقیقه در یک دورهٔ ۱۵ دقیقه ای

۹. زمان بلند کردن: طبقه بندی مدت بلند کردن از طریق توزیع زمان کار و زمان استراحت. مدت زمان به صورت کوتاه مدت (۱ ساعت)، میان مدت (۱ الی ۲ ساعت) یا بلند مدت ۲ الی ۸ ساعت) می باشد و بستگی به الگوی کار دارد.

شاخص بلند کردن بار (LI)

- LI واژه ای است که تخمین نسبی از سطح استرس فیزیکی مربوط به کار خاصی از بلند کردن دستی را ارائه می دهد. تخمین نسبی از سطح استرس فیزیکی از طریق رابطۀ وزن بار بلند شده و حدود وزنی توصیه شده تعریف می گردد.
- LI از طریق فرمول زیر تعریف می گردد:

LI = L / RWL

که در آن

L = وزن بار (کیلوگرم یا پوند)

RWL = حد وزن توصیه شده (با توجه به واحد L می‌تواند کیلوگرم یا پوند باشد)

در دستورالعمل استفاده از این معادله با توجه به مقادیر مختلف LI ، مطالب زیر مطرح شده است:

الف- در مشاغل و فعالیتهای که LI معادل یک یا کوچکتر است، تغییرات ارگونومیکی ضروری نمی باشد.

ب- در مواردی که ۱< LI <۳باشد، طرح ها و الگوههای ارگونومیکی به منظور کاهش استرس های حرفه ای و نزدیک کردن LI به یک، لازم میشود. چنانچه تغییرات اصلاحی غیرقابل اجرا باشند، ارزیابی های موقتی وتمهیدات مقطعی مثل چرخش کار، افزایش دوره های استراحت و مراقبت های پزشکی باید صورت پذیرد.

ج - در مشاغلی که LI بزرگتر از۳ یا آن باشد، باید سیستم کاری تعویض وروشهایی چون روشهای اتوماتیک اعمال شوند و یا مطالعه وسیعی در زمینه تغییر شرایط وارائه طرحهای ارگونومیک انجام گیرد.

محدودیتهای معادلهٔ *NIOSH*

- بلند کردن / پایین آوردن با یک دست
- بلند کردن / پایین آوردن برای بیش از ۸ ساعت
- بلند کردن / پایین آوردن در حالت نشسته یا زانو زده
- بلند کردن / پایین آوردن در فضای کاری محدود
- بلند کردن / پایین آوردن اشیاء بی ثبات
- بلند کردن / پایین آوردن در حال حمل کردن، هل دادن، یا کشیدن
- بلند کردن / پایین آوردن با فرغون یا بیل
- بلند کردن / پایین آوردن با حرکتی سریع (سریعتر از ۳۰ اینچ بر ثانیه)
- بلند کردن / پایین آوردن در کف زمین غیر مناسب
- بلند کردن / پایین آوردن در شرایط نامطلوب (یعنی دمایی خارج از گسترهٔ ۱۹–۲۶ درجهٔ سانتیگراد) و رطوبت نسبی خارج از گسترهٔ ۳۵–۵۰ درصد)

موفق باشید

• • •