

حرکت

شماره ۵ - تابستان ۱۳۷۹

ص ص : ۱۰۷ - ۸۷

## اثر تمرینات ورزشی بر روی قابلیت‌های فیزیولوژیکی و کارکردی افراد سالمند و طول عمر

دکتر اصغر خالدان

دانشیار دانشگاه تهران

### چکیده

کهنولت در جوامع پیشرفته صنعتی و غربی که میانگین سن افرادشان به مرز ۸۰ سالگی نزدیک می‌گردد، یکی از مشکلات عمده این جوامع به شمار می‌رود. با گذشت حدود سه دهه، از عمر، قابلیت‌های فیزیولوژیکی و کارکردی رو به افول می‌گذارد. برخی از این قابلیت‌ها که بیشتر تحت تأثیر قرار می‌گیرند، عبارتند از: قدرت عضلانی، کارکرد عصبی، کارکرد ریوی، کارکرد قلبی - عروقی، ترکیب بدن و توده استخوانی. قابل ذکر است که میزان کاهش عملکرد این توانایی‌ها در دوره سالمندی، به یک میزان نیست. صرف نظر از سن، فعالیت‌های مناسب جسمانی منظم نیز سبب بهبود فیزیولوژیکی بدن می‌گردد. مقدار تأثیرات بستگی به عوامل مختلفی چون سطح آمادگی جسمانی اولیه، سن و نوع تمرین دارد. تمرینات ورزشی، قادر به مقابله با تأثیرات منفی حاصل از کشیدن سیگار، چاقی و پرفشارخونی است. به هرحال، چنین به نظر می‌رسد که فعالیت‌های جسمانی برنامه‌ریزی شده و منظم، در طول زندگی، بیمه‌نامه‌ای را به صورت سلامتی و عمر طولانی، در اختیار شرکت کنندگان در چنین برنامه‌هایی می‌گذارد.

## واژه‌های کلیدی

ظرفیت فیزیولوژیکی، ظرفیت عملکردی، طول عمر، سالمندان، فعالیت بدنی.

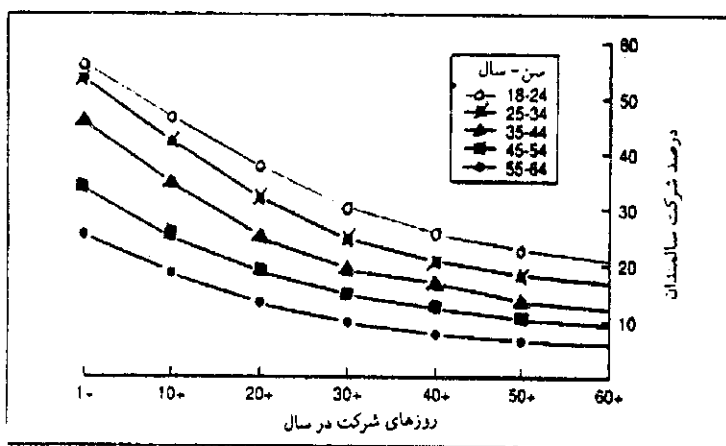
### مقدمه

سالخوردگی و کهولت، رشد چشمگیری را در جوامع صنعتی و غربی نشان می‌دهد و انتظار می‌رود که میانگین سن مردان و زنان، سرعت سریعاً به مرز ۸۰ سالگی نزدیک گردد. با فرارسیدن سال ۲۰۲۰، تقریباً ۲۰٪ مردم این جوامع عمری بیش از ۶۵ سال داشته و در سال ۲۰۴۰، شاهد زندگی ۴ میلیون نفر بیش از ۱۰۰ سال عمر خواهیم بود. اطلاع از عواملی که بتواند تغییرات کیفی روی زندگی این قشر از افراد جامعه ایجاد نماید، از اهمیت بسیاری برخوردار است. فعالیت‌های بدنی ناکافی، مسئول تقریباً ۲۰٪ همهٔ مرگ و میرهای مربوط به بیماری‌های قلبی، سرطان روده و بیماری قند (دیابت) شناخته شده است. شروع یک روش زندگی فعال، به شکل معنی‌داری از تلفات مربوط به این قبیل بیماری‌ها می‌کاهد. بیشترین سودگیری‌ها از روش‌هایی عاید می‌گردد که بتواند اقشار بیشتری از جمعیت مردان و زنان کم تحرک را تنها با یکی از شیوه‌های تمرینی منظم، سبک الی متوسط آشنا و درگیر نماید! جدای از این مطلب، در هر سنی، تغییرات الگوهای زندگی چون فعالیت‌های جسمانی مؤثرتر، ترک سیگار و کنترل فشار خون نیز هر یک مستقلاً عوامل مرگ و میر مذکور را به تأخیر انداخته و سبب طول عمر می‌گردد. این مقاله بر آثار تمرینات ورزشی روی تندرستی، توانمندی‌های فیزیولوژیکی و عملکرد زنان و مردان مسن تأکید دارد.

### ارزیابی و شرکت در فعالیت‌های جسمانی

در این مورد، بیش از ۳۰ روش مختلف ارزیابی فعالیت‌های جسمانی، وجود دارد که کالری‌سنجی مستقیم و غیرمستقیم، طبقه‌بندی مشاغل، بررسی‌های فیزیولوژیکی، مشاهده رفتارها، نمایشگرهای مکانیکی و الکترونیکی و اندازه‌گیری تغذیه‌ای، از آن جمله‌اند. هر یک از این روش‌ها، نقاط قوت و ضعف ویژه‌ای دارند که بستگی به موقعیت و جمعیت مورد مطالعه دارد. برای مثال، طبق تحقیقات انجام شده، در حال حاضر، میزان شرکت سالمندان در فعالیت‌های جسمانی در آمریکا، چندان جالب توجه نیست. بر اساس گزارش اطلاعات مرکز ملی آمار بهداشتی دربارهٔ فعالیت جسمانی بزرگسالان غیرتشکیلاتی سنین ۱۸ سال به بالا، تنها ۸/۱٪ مردان و ۷٪ زنان در تمرینات ورزشی شدید

و منظم شرکت داشته‌اند. این گزارش، همچون نشان می‌دهد که ۳۶/۲٪ مردان و ۳۱/۵٪ زنان در فعالیت‌های منظم ولی نه چندان جدی و شدید شرکت داشته‌اند (شکل ۱).  
 چنین به نظر می‌رسد که حداکثر بیش از ۲۰٪ و احتمالاً کمتر از ۱۰٪ بزرگسالان، در کشور آمریکا، به مقدار لازم در فعالیت‌های جسمانی شدید و منظم جهت استفاده از سلامتی و آمادگی جسمانی شرکت نمی‌کنند.



شکل ۱ - درصد سالمدان طبقه‌بندی شده سنی در ایالات متحده آمریکا که در فعالیت‌های آمادگی جسمانی شرکت می‌کنند.

### سالمدنی و کارکردهای فیزیولوژیکی

اندازه‌های فیزیولوژیکی و کارکردی، عموماً در طول دوران کودکی، بسرعت بهبود یافته و بین ۱۹ تا ۳۰ سالگی، به اوج خود می‌رسد. از آن پس، ظرفیت کارکردی اندام‌های مختلف با سرعت‌های متفاوت با سن کاهش پیدا می‌کند. برای مثال، سرعت هدایت عصبی از ۳۰ الی ۸۰ سالگی، فقط ۱۰ الی ۱۵٪ کاهش پیدا می‌کند، در صورتی که شاخص قلبی استراحت (نسبت بازده قلبی به رویه سطحی)، ۲۰ تا ۳۰٪ کاهش می‌یابد. ظرفیت تنفسی در ۸۰ سالگی، در حدود ۴۰٪ نسبت به فردی ۳۰ ساله می‌باشد. علاوه بر آن، برخی کارکردها (چون تهویه ریوی) که هنگام استراحت تأثیر سنی اندک را نشان می‌دهند، تحت فشار تمرین و ورزشی ممکن است تغییرات فاحشی را ظاهر سازند. از آنجایی که بررسی‌های درازمدت تمرین ورزشی روی یک گروه آزمودنی‌های معین، بندرت انجام گرفته، حد و اندازه شرکت در

تمرینات ورزشی منظم که می‌تواند سرعت واقعی کاهش را در کارکرد فیزیولوژیکی تغییر داده یا زوال کارکرد آن را که با افزایش سن به طور طبیعی به وقوع می‌پیوندد از بین ببرد، شناخته نشده است. به عنوان یک اعلام خطر، آنچه که شناخته شده آن است که عده زیادی از افراد بدون کمک قادر به انجام اعمال نسبتاً ساده جسمانی نیستند (۷).

### قدرت عضلانی

قدرت عضلانی بیشینه مردان و زنان، عموماً بین ۲۰ تا ۳۰ سالگی، یعنی هنگامی که عضله در بالاترین مقطع است به دست می‌آید. پس از آن، کاهش فزاینده‌ای در بیشتر گروه عضلات رخ می‌دهد. متعاقب گذشت ۳ دهه از عمر، کاهش ۱۶/۵٪ در قدرت عضلانی به چشم می‌خورد. سایر اطلاعات مربوط به افراد بالاتر از ۶۵ سال، حاکی از آن است که از دست دادن قدرت با کھولت زیادتر، تسریع می‌گردد. روی هم رفته می‌توان گفت که کاهش قدرت مربوط به سن دارای دامنه‌ای بین ۲۴ الی ۴۵٪ می‌باشد (۱۵). برخی از تحقیقات بیانگر آن است که نیروی ایزومتریکی عضله، تا ۴۵ سالگی به خوبی حفظ می‌شود. در ۶۵ سالگی، نیروی عضلانی در مردان ۲۰٪ و در زنان ۱۰٪ کم می‌شود. بخشی از این کاهش می‌تواند مربوط به انگیزش باشد.

### کاهش توده عضله

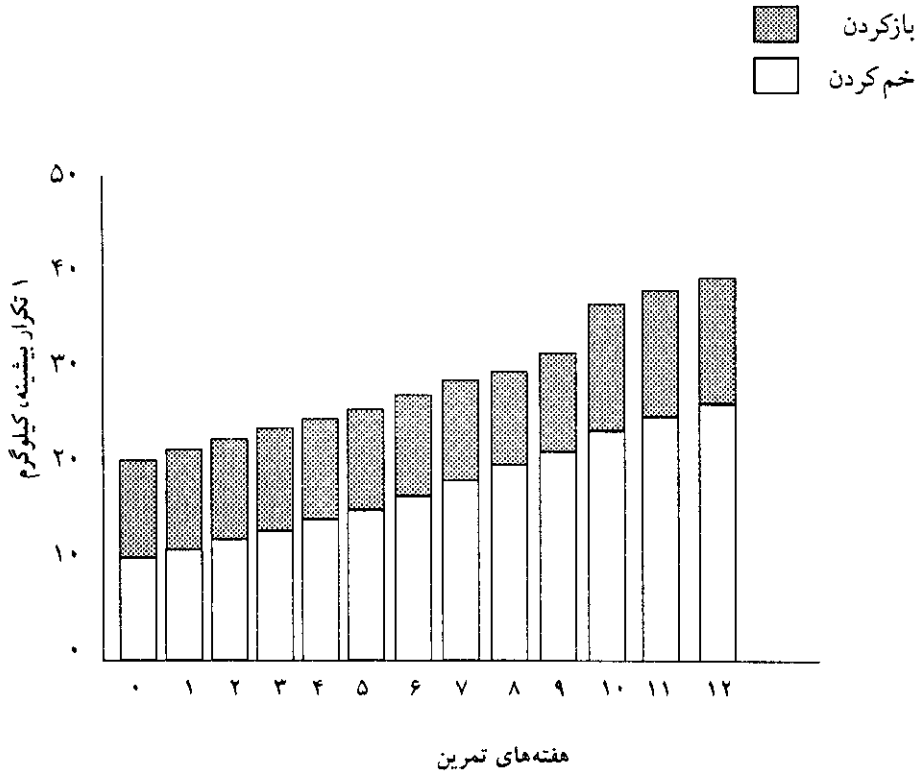
یک توده عضله تحلیل رفته، عامل اصلی کاهش قدرت همراه با سن به شمار می‌رود، که تحت تأثیر از دست دادن کل پروتئین عضله قرار می‌گیرد و توسط بی‌حرکتی، کھولت یا هر دو به وجود می‌آید. از بین رفتن حجم عضله، ممکن است مدیون کاهش تارهای عضله، به ویژه تارهای تند انقباض (نوع II) باشد. کاهش در اندازه این تارهای ویژه، منتج به افزایش متناسبی در سطح تارهای کند انقباض (نوع I) می‌گردد. همچنین ممکن است کاهش واقعی در کل تعداد تارهای عضله به وجود آید (۱۶). بررسی‌های الکترومیوگرافی، حاکی از فقدان نرون‌های حرکتی عمل‌کننده در دوران کھولت است (۳). این موضوع را می‌توان به حساب عدم تارهای عضلانی گذارد، چه قطع عصب منجر به لاغری تار و در نهایت جایگزین شدن آن توسط نسوج همبند می‌گردد.

### تمرین‌پذیری قدرت در دوران کهولت

عادت به تمرین بدنی، به حفظ پروتئین کمک کرده و می‌تواند از کاهش توده عضلات بدون چربی بدن جلوگیری نماید و کاهش قدرت عضلانی همراه با کهولت را به تأخیر بیندازد (۱۷). در یکی از تحقیقات انجام شده بر روی مردان سالم ۶۰ تا ۷۲ سال برای مدت ۱۲ هفته که تحت برنامه تمرینی مقاومتی معیار با استفاده از وزنه‌هایی معادل ۸۰٪ و ۱ تکرار بیشینه قرار گرفتند، نشان داده شد که در هفته آخر، قدرت خم‌کنندگی زانو به میزان ۱۰۷٪ و قدرت بازکنندگی ۲۲۷٪ افزایش یافته بود! جالب توجه اینکه این میزان بهبودی قدرت عضلانی (در حدود ۵٪ در هر جلسه از تمرین)، با میزان افزایشی که قبلاً در مورد افراد بالغ جوان گزارش شده بود، برابری می‌کرد. علاوه بر این، پیشرفت‌های قابل توجه مذکور با حجیم شدن معنی‌دار هر دو نوع تار همراه بوده است. چنین یافته‌هایی به روشنی حاکی از شکل‌پذیری مؤثری در مشخصات فیزیولوژیکی، ساختاری و عملکرد بدن است و این بهبودی عمده و سریع، می‌تواند با تمرین شدید حداقل تا دهه هفتم زندگی حاصل گردد. بهبودی قدرت عضلانی توسط تمرینات مقاومتی، می‌تواند بهترین راه جلوگیری با کاهش بروز آسیب در افراد سالمند محسوب گردد (۲۸).

جدول ۱ خلاصه‌ای از تحقیقات مربوط به تغییرات در میزان قدرت و حجیم شدن عضله را در سالمندان مسن‌تری که در انواع برنامه‌های تمرینی مقاومتی شرکت داشته‌اند، ارائه کرده است. در بیشتر موارد، پاسخ‌های تمرین مثبت بوده و بهبودی‌های قدرت، دامنه‌ای بین ۱/۹ و ۲۷٪ را در افراد بالاتر از ۶۰ سال داشته است.

ساز و کارهایی که بیان‌کننده پاسخ‌های تمرین در افراد سالمند است، شامل عوامل عصبی (بسیج نیرو و عصب‌گیری) و عوامل عضلانی (حجیم شدن) است. تأثیر برنامه‌های تمرینات مقاومتی بر روی بهبود قدرت عضلانی سالمندان مسن‌تر، همانند برنامه‌های تمرینی افراد سالمند جوان‌تر، بستگی به تعداد دوره‌ها و تکرارها، شدت، مدت و جلسه‌های تمرین هفتگی دارد.



شکل ۲ - اندازه‌گیری هفتگی قدرت عضلانی پویا (با ۱ تکرار بیشینه) بازکردن و

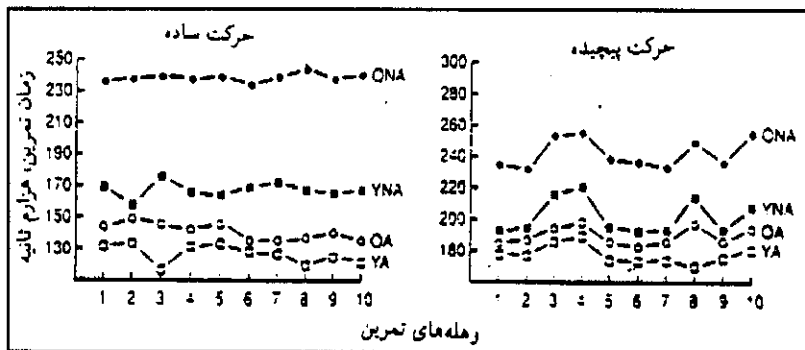
خم کردن زانوی چپ

### عملکرد عصبی عضلانی

آثار کهولت روی عملکرد دستگاه عصبی مرکزی، شامل ۳۷٪ کاهش در تعداد آکسون‌های نخاع شوکی، ۱۰٪ کاهش در سرعت هدایت عصبی و از دست دادن معنی‌داری در خواص الاستیکی بافت همبند، نشان داده شده‌است (۱). بخشی از این تغییرات شاید بیان‌کننده کاهش عملکرد عصبی عضلانی مربوط به سن باشد، به نحوی که توسط هر دو عامل زمان واکنش و زمان حرکت ساده و پیچیده ارزیابی می‌گردد. بر این اساس، کهولت روی توانایی ظهور یک محرک و فرایند اطلاعات در ایجاد یک پاسخ تأثیر می‌گذارد. زیرا بازتاب‌هایی چون بازتاب کشش زانو، متضمن پردازش در مغز نبوده، از این رو کمتر از پاسخ‌های ارادی یعنی زمان واکنش و زمان حرکت تحت تأثیر فرآیند کهولت قرار می‌گیرد (۶).

همان گونه که در شکل ۳ نشان داده شده است، زمان های حرکت مربوط به اعمال ساده و پیچیده در سطح فعالیت برابر، به طور معنی داری در آزمودنی های مسن کندتر از هم ردیفان جوان تر خود است. با این وجود، در همه موارد، گروه های فعال (چه جوان و چه پیر) به نحو چشمگیری سریع تر از گروه سنی مشابه که کمتر فعال بودند، حرکت کردند. این مشاهدات اشاره بر آن دارد که یک روش زندگی فعال ممکن است به صورت معنی دار و مثبتی روی کارکرد عصبی عضلانی در هر سنی مؤثر باشد. مردان مسن تری که برای مدت ۲۰ سال یا بیشتر فعالیت خود را حفظ کرده اند، دارای زمان های واکنش برابر یا سریع تر از مردان غیرفعال ۲۰ ساله می باشند (۲۷).

از دست دادن تطابق و حدود میدانی دید و نیز کاهش تیزی بینایی به ویژه در نور کم، منجر به اختلال در پاسخ های مربوط به علائم بصری می گردد. اختلالات شنوایی (چه کری و احساس صدای زنگ در گوش) نیز سبب کاهش بیشتری در اطلاعات حسی درون دادی می شود. محدودیت های فوق، به کاهش هدایت و پردازش اطلاعات دستگاه عصبی مرکزی منجر می گردد. واکنش نسبت به علائم و نشانه های پیچیده، به دلیل اشکال در تشخیص علائم، مختل می شود (۲۷). بازیکنان تنیس ظاهراً زمان واکنش سریع خود را حفظ می کنند (۲۹). کاهش در قدرت بلند کردن ساق پا، دید ضعیف چشم، اختلال در تعادل و تنش عضلات وضعیتی، خطر سقوط را در هنگام تمرینات بدنی افزایش می دهد (۲۰).



شکل ۳ - زمان واکنش ساده و پیچیده در آزمودنی های فعال جوان (YA)، فعال مسن (OA)، غیرفعال جوان (YNA) و غیرفعال (ONA). توجه گردد که در هر دو اعمال حرکتی ساده و پیچیده، زمان واکنش در افراد مسن و جوان غیرفعال نسبت به افراد مسن و جوان فعال کندتر است.

### پاسخ‌های هورمونی

مشکل آزمودنی‌های مسن، حفظ هم‌مستاز است که علت آن بخشی به دلیل اختلال در اعمال غدد درون‌ریز است (۳۱). با این حال، ترشح کاتاکولامین‌ها ظاهراً در هر یک از شدت‌های فعالیت، افزایش پیدا می‌کند (۲۲).

### کارکرد ریوی

اندازه‌گیری‌های ایستا و پویای کارکرد ریه، عموماً با سن رو به زوال می‌گذارد (۱۹). اینکه چگونه تمرینات ورزشی منظم در سراسر طول عمر فردی می‌تواند «کهولت» مربوط به دستگاه ریوی را از میان بردارد، شناخته نشده‌است. با این حال، قهرمانان استقامتی ورزیده مسن، دارای ظرفیت عملکرد ریوی بیشتری از هم‌ردیفان غیرفعال خود می‌باشند. برای مثال، قهرمانان سنین بیش از ۶۰ سال، دارای مقادیر ظرفیت حیاتی، ظرفیت کل ریه، حجم باقیمانده، تهویه اختیاری بیشینه هستند که به صورت معنی‌داری، بزرگتر از هم‌ردیفان غیرفعال همسال و سالم آنهاست (۱۳). چنین یافته‌هایی، اغواکننده است زیرا نشان می‌دهد که دوره زندگی همراه با فعالیت جسمانی منظم، ممکن است کاهش عملکرد ریوی مربوط به کهولت را به تعویق بیندازد.



جدول ۱ - نتایج مطالعات مربوط به تمرین قدرت در افراد مسن

مطالعه	سن (سال)	جنس	نوع تمرین	بهره قدرت (درصد)	حجم شدن (درصد)
۱	۶۸-۸۴	مرد+زن	مقاومتی	۵۷	اندازه گیری نشده
۲	۱۸-۲۶	مرد	مقاومتی	۳۰	۹
	۶۷-۷۲	مرد	مقاومتی	۲۲	بدون تغییر
۳	۶۹-۷۴	مرد	دایره ای	۲۲-۹	بدون تغییر
۴	۲۲-۶۵	مرد	دایره ای	۸-۳	۲۰-۱۹
۵	۶۳-۸۴	زن	مقاومتی	۱۳-۷	۱۰
۶	۶۰-۷۲	مرد	مقاومتی	۱۹-۹	۱۲-۹
۱	۶۲-۸۴	مرد+زن	ایزومتریک	۴۵/۸	اندازه گیری نشده
۷	۴۱-۸۰	مرد	ایزومتریک	۲۴-۱۲	اندازه گیری نشده
۸	۲۰-۲۶	زن	ایزومتریک	۹۵	اندازه گیری نشده
	۶۵-۷۳	زن	ایزومتریک	۷۲	اندازه گیری نشده
۹	۵۵-۷۸	مرد+زن	استقامتی قلبی - عروقی	۱۳/۴-۱/۹	اندازه گیری نشده
۱۰	۵۱-۸۷	مرد	استقامتی قلبی - عروقی (۶ هفته)	۶/۴	بدون تغییر
		مرد	استقامتی قلبی - عروقی (۴۲ هفته)	۱۱/۹	۱
۱۱	۶۵	مرد+زن	استقامتی قلبی - عروقی	۱۳-۵	اندازه گیری نشده
۱۲	۶۵	مرد	مقاومتی هیدولیکی	۱۳۲-۱۵	بدون تغییر

### کارکرد قلبی - عروقی

از اطلاعات حاصل از تحقیقات مقطعی، چنین تخمین زده شده که توان هوازی بیشینه ( $VO_2$  بیشینه)، تقریباً به میزان ۰/۴ میلی لیتر در هر کیلوگرم وزن بدن در دقیقه در هر سال کاهش می یابد. این تغییرات شاید تا حدودی زیاد باشد، چه تفاوت روشنی در میزان کاهش  $VO_2$  بیشینه همراه با سالمندی بین افراد غیرفعال در برابر افراد فعال در دست است. با افزایش سن افراد غیرفعال،  $VO_2$  آنها، تقریباً دو برابر سریع تر کاهش می یابد. بسیاری از عوامل گوناگون مربوط به سن، در کاهش  $VO_2$  بیشینه مؤثرند (۴). شکی وجود ندارد که در این مورد وراثت نقش به سزایی دارد (۹).

کاهش ظرفیت هوازی در افراد فعال و غیرفعال، تحت تأثیر کاهش‌هایی است که روی کارکردهای فیزیولوژیکی دستگاه‌های قلبی عروقی مرکزی و پیرامونی همراه با سن به وجود می‌آیند که مربوط به انتقال و مصرف اکسیژن می‌باشند.

**ضربان قلب بیشینه** از جمله تغییرات مستندی است که همراه با افزایش سن کاهش پیدا می‌کند. این اثر ظاهری روی ضربان قلب با گذشت عمر پیشرفت داشته و در هر دو گروه مردان و زنان به یک اندازه حادث می‌گردد. از جمله تخمین‌های کاربردی مربوط به ضربان قلب بیشینه توسط رابطه ذیل بیان می‌گردد:

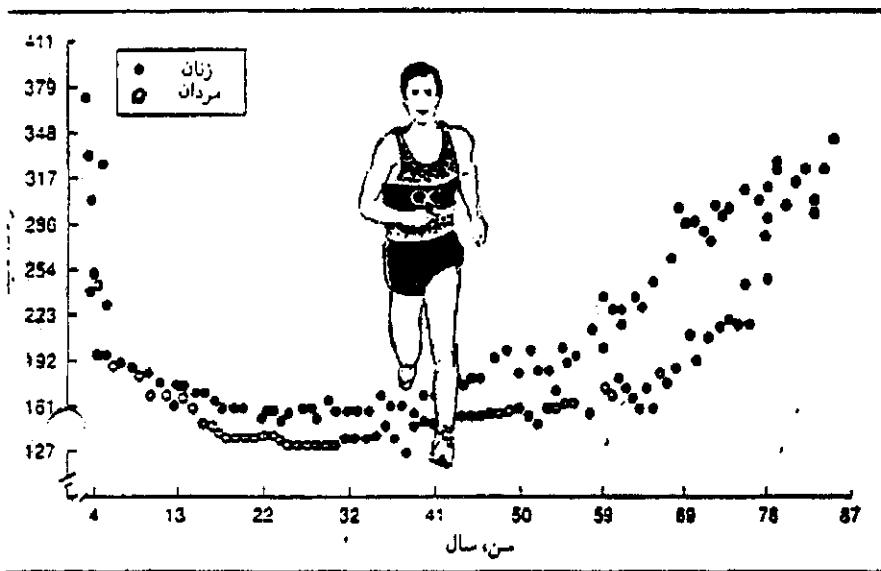
$$\text{ضربان قلب بیشینه (در دقیقه)} = 220 - \text{سن (سال)}$$

**برون ده قلب** در نتیجه ضربان قلب بیشینه پایین، همراه با افزایش سن کاهش پیدا می‌کند. عامل دیگری که در این کاهش ظرفیت جریان خون در برخی از افراد دخیل می‌باشد، کاهش است که در حجم ضربه‌ای قلب به وجود می‌آید، که ممکن است تحت تأثیر تغییرات انقباض پذیری میوکارد قرار گیرد. در نتیجه، اگر شخص مسن، بیماری نداشته باشد، ممکن است برون ده قلبی او دچار کاهش نگردد. افراد سالمند و سالم می‌توانند میزان کاهش ضربان قلب خود را به وسیله افزایش در پرکردن قلب از خون (حجم پایان دیاستولی) جبران کنند که منجر به افزایش حجم ضربه‌ای بعدی توسط ساز و کار فرانک - استارلینگ می‌گردد (۲۴ و ۲۶).

سایر تغییرات وابسته به سن در دستگاه قلبی - عروقی شامل کاهش در توده عضله و ظرفیت جریان خون پیرامونی است. اینکه آیا تغییرات حاصله در کارکرد قلبی - عروقی ذاتاً نتیجه مستقیم فرآیند کهولت یا عدم فعالیت جسمانی معمولی است، شناخته نشده است. در حقیقت، زندگی غیرفعالانه ممکن است سبب از دست دادن ظرفیت کارکردی شود که خود به اندازه آثار کهولت مهم است. نتایج بررسی‌های تمرین، حاکی از میزان بالایی از تمرین پذیری در بین مردان و زنان سالمندتر همراه با سازگاری‌های مشابه با افراد جوان‌تر است (۱۲). تمرینات ورزشی سنگین و سبک، هر دو، افراد مسن‌تر را قادر به حفظ کارکرد قلبی - عروقی بسیار برتر از افراد همسال غیرفعال آنها می‌سازد (۴). در صورتی که مردان میانسالی که سابقاً فعال بوده‌اند، برنامه تمرین استقامتی منظمی را در یک دوره ۱۵

ساله ادامه دهند، از کاهش معمولی ۹ تا ۱۵٪ ظرفیت کار و توان هوازی بیشینه خود جلوگیری می‌کنند. در حقیقت، در ۵۵ سالگی، این مردان فعال، قادرند تا همان مقادیر مربوط به فشار خون، وزن بدن و VO2 بیشینه ۴۵ سالگی خود را حفظ نمایند.

شواهد بیشتر در مورد آثار فاحش تمرینات ورزشی، روی حفظ کارکرد قلبی - عروقی در طول زندگی را، می‌توان با مقایسه زمان‌های عملکرد در رشته‌های نوع استقامتی در سنین مختلف مشاهده نمود. در حالی که از ۶۰ - ۸۶ سالگی کاهش در عملکرد، فزاینده و چشمگیر است، رکورد جهانی ماراتون مردان ۸۶ ساله برابر ۳۴۰/۲ دقیقه و رکورد زنان ۸۰ ساله برای ۳۲۸/۶ دقیقه می‌باشد. این سرعت دو در طول دو ماراتون در افرادی که هشتمین دهه از عمر خود را می‌گذرانند، عملی واقعاً قابل توجه بوده و دال بر توانایی‌های قلبی - عروقی فوق‌العاده سالمندانی است که در دوران کهولت بر اساس قاعده منظمی به تمرین می‌پردازند. شکل ۴ زمان‌های رکورد جهانی ماراتون مردان و زنان در سنین مختلف را نشان می‌دهد.



شکل ۴ - رسم زمان‌های مربوط به رکوردهای جهانی ماراتون مردان و زنان در سنین مختلف.

### توان و ظرفیت بی‌هوازی

سرعت پرش عمودی، از ۱۲۵ - ۶۵ سالگی به میزان ۴۵٪ کاهش پیدا می‌کند. با این وجود، ذخایر کراتین فسفات از ۲۱ - ۷۰ سالگی تنها ۱۵٪ کم می‌شود (۱۱). احتمالاً عملکرد اعمال سرعتی نیز در اثر زوال انعطاف‌پذیری، زانوهای نائبات، دید ضعیف و ترس از سقوط محدود می‌گردد.

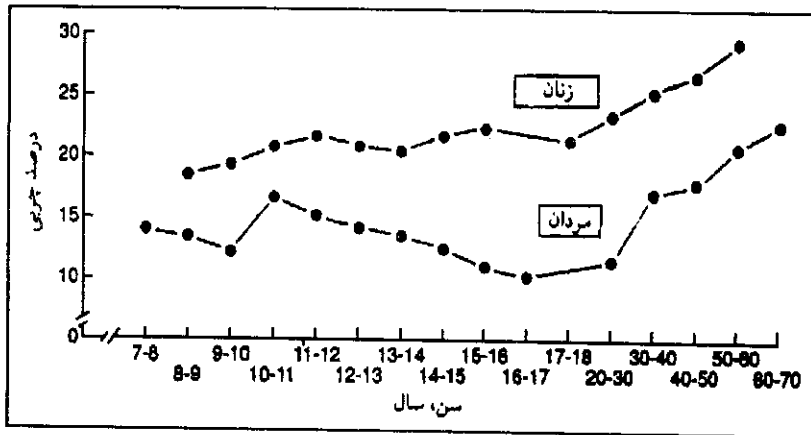
گزارش‌های اولیه حاکی از لاکتات بیشینه خونی، نسبت تبادل گاز تنفسی و وام اکسیژن نسبتاً پایین است، ولی در برخی از آزمایش‌ها، سالمندان دارای انگیزه بالا، در پایان آزمایش‌ها، قادر به انباشتن یک لاکتات خون ۱۰-۱۲ میلی‌مول، یعنی به میزان یک فرد جوان گردیدند (۲۸). تفاوت‌های موجود، احتمالاً تحت تأثیر انگیزش ضعیف، نسبت کمتر عضله به حجم خون و خروج آهسته‌تر لاکتات از عضلات فعال می‌باشد.

### ترکیب بدن

پس از سن ۳۵ سالگی تا دهه پنجم یا ششم زندگی، افراد (مردان و زنان) گرایش فزاینده‌ای به اضافه وزن دارند. شکل ۵ به روشنی این گرایش به صورت درصد چربی بدن مردان و زنان در سنین مختلف است. پس از ۶۰ سالگی، کل توده بدن علی‌رغم افزایش چربی، کاهش می‌یابد. همچنین، توده بدون چربی بدن، همراه با افزایش سن گرایش به کاهش دارد. این امر عمدتاً مدیون تغییر اسکلت استخوانی در دوران کهولت است که املاح معدنی خود را از دست داده و متخلخل می‌شود. همراه با این تغییرات، کاهشی در کل توده عضله رخ می‌دهد. این موضوع که فعالیت‌های بدنی چگونه می‌تواند تغییرات مذکور روی دانسیته بدن را به تعویق بیندازد، ناشناخته است. بر اساس تغییرات چربی بدن، اطلاعات محدود طولانی از یک گروه آزمودنی، از روندهایی که در مطالعات مقطعی نیز مورد توجه قرار گرفته است، حمایت می‌کند. بدین معنی که وقتی محتوای چربی ۲۷ مرد بزرگسال در طول یک دوره ۱۲ ساله یعنی از ۳۲ - ۴۴ سالگی مورد بررسی قرار گرفت، چربی بدن به طور متوسط از ۶/۵ کیلوگرم که مطابق با بهره‌کل توده بدن طی ۱۲ سال بود، افزایش داشت (۵).

با وجودی که اکثر افراد طبیعی با افزایش سن رو به چاقی می‌گذارند، افرادی که در تمرینات مقاومتی سنگین شرکت می‌کنند، ضمن افزایش توده عضلانی، چربی بدن خود را کاهش می‌دهند. چنین به نظر می‌رسد، افرادی که در تمرینات مقاومتی سنگین شرکت دارند، از برخی جنبه‌های فرایند پیری طبیعی جلوگیری می‌کنند. در این قبیل ورزش‌ها، مطمئناً واقعیت مهمی مبنی بر این اظهار نظر وجود

دارد که «از آن استفاده کنید یا آن را از دست بدهید».



شکل ۵ - تغییرات مربوط به چربی بدن زنان و مردان به عنوان تابعی از سن

### توده استخوانی و عملکرد مفصلی

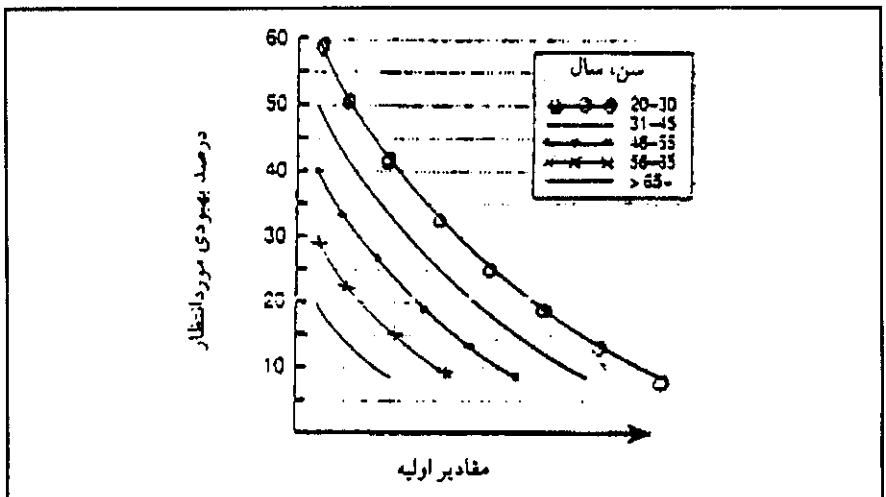
پوکی استخوان، از جمله مشکلات عمده پیری محسوب می‌شود. این حالت در نتیجه از دست دادن توده استخوانی، افزایش خلل و فرج و کاهش ضخامت قشر استخوان به وجود می‌آید. برای مثال، پس از گذشت ۶۰ سال از عمر، این تغییرات در استخوان‌های فرتوت می‌تواند توده استخوانی را به میزان ۳۰ - ۵۰٪ کاهش دهد (۲). تمرینات منظم با وزنه، ممکن است نه تنها از دست دادن توده استخوانی را به تعویق بیندازد، بلکه می‌تواند منجر به افزایش توده استخوانی در سنین کهولت حتی در زنان پس از یائسگی گردد (۸ و ۱۴). سفتی عضلات و مفاصل و از میان رفتن خاصیت ارتجاعی و تأمین ویژه خون، همگی سبب افزایش خطر آسیب‌پذیری می‌گردد (۲۷).

### تمرین‌پذیری بدن همراه با سن

فعالیت شدید جسمانی منظم، بدون در نظر گرفتن سن، سبب بهبود فیزیولوژیکی می‌گردد. گرچه مقدار تغییرات بستگی به عوامل مختلفی چون وضعیت آمادگی جسمانی اولیه، سن و نوع تمرین ویژه دارد (۲۳). با توجه به عامل سن، عموماً این گونه شایع است که افراد مسن قادر به بهبود قدرت و ظرفیت استقامتی خود به میزان افراد جوان‌تر نمی‌باشند (۲۵). دلایل مربوط به این کاهش

«تمرین پذیری» کاملاً شناخته نشده، لیکن علت را به کاهش کلی کارکرد عصبی عضلانی و اختلالی وابسته به سن در قابلیت یاخته‌های عضلانی در ساخت پروتئین و تنظیم شیمیایی نسبت می‌دهند.

شکل ۶ نظریه کلاسیک پیشرفت در میزان بدنسازی افراد در سنین مختلف را که در رابطه با سطح آمادگی جسمانی اولیه آنها در شروع تمرین انتظار می‌رود، نشان می‌دهد. به طور کلی، تحقیقات دال بر آن است، افراد مسن‌تر هنگامی که در سنین آخر عمر به تمرین می‌پردازند، نسبت به همردیفان جوان‌تر خود که با همان سطح آمادگی جسمانی اولیه شروع به تمرین می‌کنند، به بهبودی کمتری دست می‌یابند. با این حال، همان گونه که قبلاً نیز اشاره گردید، بهبود عمده و سریع کارکرد فیزیولوژیکی، می‌تواند غالباً در افراد مسن سالم با سرعت و اندازه‌ای که در مورد افراد جوان به ثبت رسیده، به وقوع پیوندد (۱۰). چنین بهبودی‌هایی، با تمرینات نسبتاً شدید که به طور مداوم یا پیشرفت‌های تمرین، هماهنگی داشته و همگام به جلو رود، به دست می‌آید. تحقیقات اخیر حاکی از آن است که افراد سالمند سالم نسبت به تمرینات ورزشی منظم که متناقض با شرکت آنها در یک برنامه تمرین ورزشی معیار باشد، هیچ‌گونه پاسخ منفی سوخت و سازی، هورمونی یا ناسازگاری نشان نمی‌دهند (۱۳).



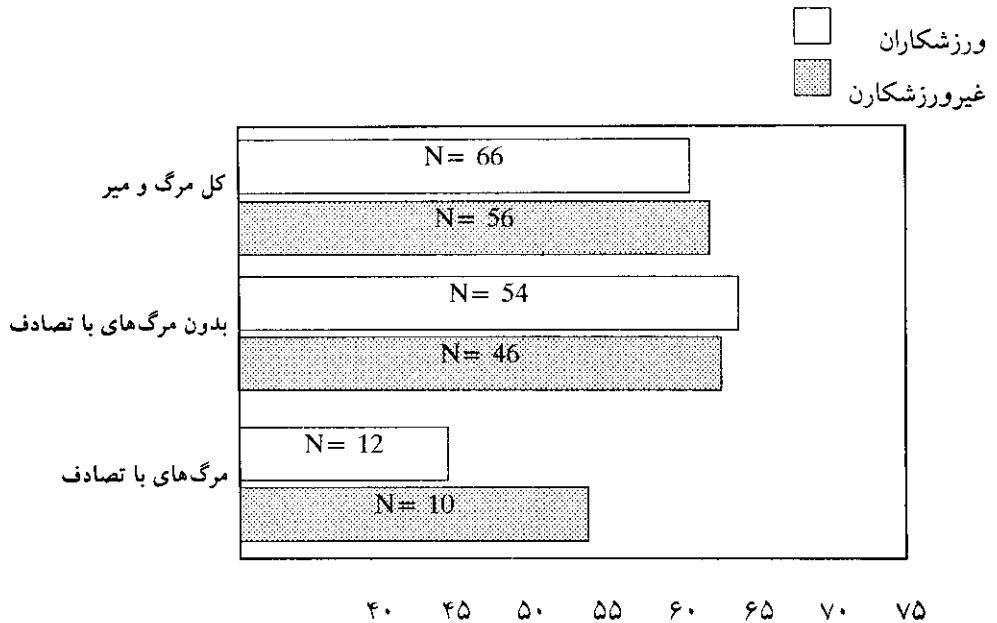
شکل ۶ - نمایش نظریه سنتی مربوط به بهبودی حاصله که ممکن است توسط آمادگی جسمانی نسبت به سن و سطح عملکرد اولیه تخمین زده شود

### تمرین ورزشی و طول عمر

از آنجایی که افراد ورزیده مسن بسیاری از مشخصات کارکردی افراد جوان را دارا می‌باشند، چنین پیشنهاد شده که آمادگی جسمانی می‌تواند فرایند کهنلت را به تعویق بیندازد بدین لحاظ، برخی از راه‌های حفاظتی را به منظور حفظ سلامتی در اواخر عمر ارائه نماید.

در یکی از بررسی‌های اولیه در باره آثار ورزش و تمرینات منظم روی طول عمر، عده‌ای از قایقرانان قدیمی دانشگاه هاروارد در آمریکا به عنوان آزمودنی مورد استفاده قرار گرفتند. در این تحقیق، سن هر یک از قایقرانان، تقریباً ۵ سال بیشتر از طول عمر پیش‌بینی شده بودند. مطالعات قبلی نیز نتایج مشابه ولی نسبتاً کمتری را نشان می‌داد. با این حال این بررسی‌ها از لحاظ جمع‌آوری اطلاعات و روش تحقیق منظم، تعداد آزمودنی‌ها و ثبت نتایج، محدودیت‌هایی داشت. دسته‌ای از محققان سعی کرده‌اند که با از میان بردن این محدودیت‌ها، تا حد امکان مطالعات خود را روی بیماری‌ها و طول عمر قهرمانان سابق دانشگاهی انجام دهند. از آنجایی که قهرمانان دانشگاهی عموماً قبل از ورود به دانشگاه نسبت به افراد غیرورزشکار در فعالیت‌های بیشتری شرکت داشته و ممکن است پس از دانشگاه نیز فعال‌تر باقی بمانند، به نظر می‌رسد که آزمودنی‌های مناسبی جهت مطالعه مربوط به تمرین و طول عمر به حساب آیند (۱۸).

شکل ۷ نشان دهنده آن است که تفاوتی اساسی بین طول عمر قهرمانان بازنشسته در مقایسه با هم ردیفان غیرورزشی آنها وجود ندارد. از نظر کیفی، درجاتی بین زمینه وراثتی گروه‌ها وجود دارد، زیرا میانگین سن هنگام مرگ نیز مشابه با پدر بزرگ و مادر بزرگ، والدین و هم‌نژادهای قهرمانان پیشین و غیرورزشکاران بوده است. این یافته‌ها و سایر یافته‌های جدید نیز گویای این مطلب است که شرکت در برنامه‌های قهرمانی به عنوان فرد سالمند میان سن، ضرورتاً تضمین‌کننده طول عمر نیست. با این حال، چنین به نظر می‌رسد که فعالیت جسمانی منظم در طول زندگی بیمه‌نامه‌ای را به صورت سلامتی و عمر طولانی، در اختیار شرکت‌کنندگان می‌گذارد (۲۱ و ۳).



### میانگین سن هنگام مرگ

شکل ۷ - سن مرگ و میر ورزشکاران و غیرورزشکاران، هیچ یک از تفاوت‌های بین گروه‌ها از نظر آماری معنی‌دار نیست

### افزایش کیفیت زندگی طولانی‌تر

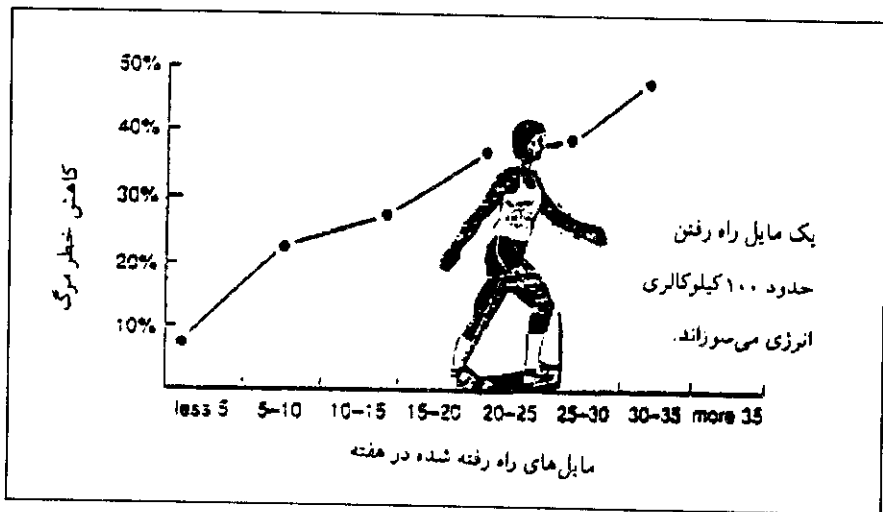
تحقیقات انجام گرفته در باره روش‌ها و عادات زندگی روی ۱۷۰۰۰ فارغ‌التحصیل دانشگاه هاروارد که بین سال‌های ۱۹۱۶ و ۱۹۵۰ وارد دانشگاه شدند، شاهدهی قوی فرا روی ما قرار می‌دهد که تنها تمرینات هوازی متوسط، مشابه با جاگینگ (دوهای آرام، سبک و طولانی) و در حدود ۵ کیلومتر در روز می‌تواند به توسعه سلامتی کامل کمک نماید و ممکن است به طور واقعی سالهایی را به زندگی بیفزاید (۲۱). نتایج این مطالعات و تحقیقات دراز مدت را می‌توان به شرح ذیل خلاصه نمود:

«تمرینات ورزشی منظم قادر است با آثار منفی عوامل کاهش دهنده عمر حاصل از کشیدن سیگار و اضافه وزن مقابله نماید. حتی در بین افراد پرفشار خون کسانی که به تمرینات بدنی منظم می‌پردازند، میزان مرگ و میر خود را به نصف تقلیل می‌دهند. تمرینات ورزشی می‌تواند گرایش‌های وراثتی مربوط به مرگ زودرس را خنثی نماید. در مورد افرادی که یک یا هر دو نفر از والدین آنها قبل از ۶۵ سالگی بدرود حیات گفته‌اند، داشتن یک زندگی توأم با حرکات ورزشی منظم، ۲۵٪ خطر مرگ را



کاهش می‌دهد. کاهش‌های ۵۰ درصدی در میزان تلفات توسط کسانی که والدین آنها بیش از ۶۵ سال سن دارند نیز مشاهده گردیده است.»

همان گونه که در شکل ۸ نشان داده شده‌است، فردی که تمرین بیشتری انجام داده، دارای نیمرخ تندرستی بهبود یافته‌ای است. برای مثال، میزان مرگ و میر در مردانی که در حدود ۱۵ کیلومتر یا بیشتر در هر هفته به راه رفتن پرداخته‌اند، ۲۱٪ کمتر از مردانی بوده که ۵ کیلومتر راه رفته‌اند. اجرای فعالیت‌های ورزشی سبک مشابه نیز احتمال زندگی را نسبت به مردان غیرفعال افزایش می‌دهد. از نظر چگونگی دفع انرژی، انتظار زندگی دانشجویان فارغ‌التحصیل دانشگاه هاروارد از یک دفع انرژی تمرین ۵۰۰ Kcal به شکل ثابتی به ۳۵۰۰ Kcal در هفته افزایش یافت. این مقدار انرژی معادل ۶ الی ۸ ساعت فعالیت هفتگی شدید است. افزون بر این، مردان فعال به طور متوسط ۱ تا ۲ سال بیشتر از هم ردیفان خود زندگی کرده‌اند. فراتر از ۳۵۰۰ Kcal تمرین هفتگی، هیچ نوع سودگیری سلامتی با طول عمر اضافی ملاحظه نگردید. هنگامی که تمرینات ورزشی در حد افراط انجام گرفته‌است، میزان مرگ و میر مردان نسبت به هم گروه‌های دانشگاهی خود که دارای فعالیت‌های ورزشی ملایم‌تری بوده‌اند بالاتر بوده‌است.



شکل ۸ - کاهش خطر مرگ و میر توسط تمرینات ورزشی منظم

## نتیجه گیری

توانایی های فیزیولوژیکی و عملکردی انسان عموماً پس از سپری شدن حدود ۳۰ سال از عمر رو به افول می گذارد. تحقیقات حاکی از آن است که قابلیت های فیزیولوژیکی و عملکردی عمده ای که بیشتر تحت تأثیر سن قرار می گیرد، شامل، قدرت عضلانی، کارکرد عصبی، کارکرد ریوی، کارکرد قلبی - عروقی، ترکیب بدن و توده استخوانی است. میزان کاهش این قابلیت ها، به نحو چشمگیری تحت تأثیر عوامل بسیاری از جمله سطح فعالیت جسمانی قرار می گیرد. فعالیت های جسمانی منظم، افراد سالمند را قادر به حفظ سطوح عملکردی بالاتری به ویژه عمل قلبی - عروقی می نماید. صرف نظر از سن، فعالیت جسمانی مناسب و منظم سبب ایجاد بهبود فیزیولوژیکی قابل اندازه گیری می شود که میزان آن بستگی به عواملی چون سطح آمادگی جسمانی اولیه، سن و نوع و میزان تمرینات جسمانی دارد. شرکت در انواع فعالیت های جسمانی در دوران نوجوانی و میانسالی، احتمالاً سهم ناچیزی در طول عمر یا سلامتی در سال های آخر زندگی دارد. با این حال، یک روش زندگی فعالانه در سراسر زندگی، سودگیری مهمی را از نظر سلامتی در اختیار فرد می گذارد. تمرینات ورزشی، به نحو چشمگیر و مؤثری با آثار بازدارنده حاصل از کشیدن سیگار، چاقی و پرفشار خونی مقابله می کند.

## منابع و مأخذ

- 1- Barrett, J.H "Gerontological Psychology". Springfield, IL, Charles C Thomas, 1972.
- 2- Behnke, A.R., and Wilmore, J.H. "Evaluation and Regulation of Body Build and Composition". Englewood Cliffs, NJ, Prentice-Hall, 1974.
- 3- Brown, W.F. "A method for Estimating the Number of Motor Units in Thenar Muscles and the Change in Motor Unit Count with aging". J.Neurol Neurosurg. Psychiatry, 1972, 35, 845.
- 4- Bruce, R.A. "Exercise , Functional aerobic Capacity and aging - another Viewpoint, Med Sci". Sports Exerc., 1984, 16,8.
- 5- Chien, S., et al. "Longitudinal measurements of blood volume and essential body mass in human subjects", J.Appl. Physiol., 1975, 39, 818 .

6- Clarkson, P.M. "The relationship of age and level of physical activity with the fractionated componets of patellar reflex time". J.Geronto.,1978, 3, 650.

7- Cornoni-Huntley , J., et al . "Established Populations for Epidemiologic Studies of the Elderly: Resource Data Book". NIH Pub.No 86-2443, National Institutes of Aging, Public Health Service, 1986.

8- Dalsky, G.P., et al "Weight-bearing exercise , training and lumbar bone mineral content in post-menopausal women", Ann. Intern. Med.,1988, 108,824.

9- Fleg, J.L., and Lakatta, E.G. "Role of muscle in the age-associated decrease in VO2 max". J.Appl.Physiol, 1988, 65,1147.

10- Frontera, W.R., et al. "Strength Conditioning in older men: Skeletal muscle hypertrophy and improved function". J.Appl, Physiol. 1988, 64, 1038.

11- Gronert, G.A . "Contracture responses and energy stores in quadriceps muscle from humans age 7-82 years". Human biology, 1980, 52,43-51.

12- Hagberg, J.M et al. "pulmonary function in young and older athletes and untrained men". J.Appl. Physiol. 1988, 65,1010.

13- Hagberg, J.et al. "Cardiovascular responses of 70-to 79-Yr old men and women to exercise training". J.Appl. Physiol., 1989, 66,2489.

14- Krolner B., et al. "Bone mass of the axial and the appendicular skeleton in women with colles fracture : Its relation to physical activity". Clin. Physiol. 1982, 2,147.

15- Larsson, L.,et al. "Muscle strength and speed of movement in relation to age and muscle morphology". J.Appl. Physiol , 1979, 46, 451.

16- Lexell, J.,et al. "Distribution of different fiber types in human skeletal muscle. 3. Effects of aging in m.Vastus lateralis studies in whole muscle cross sections". Muscle Nerve , 1983, 6, 588.

17- Meredith, C.N., et al. "Body composition and aerobic capacity in young

and middle-aged endurance - trained men". Med. Sci. Sports Exerc., 1987, 19,557.

18- Montoye, H.J. "Physical Activity and Health: An Epidemiologic study of an Entire Community". Englewood Cliffs, NJ, Prentice-Hall, 1975.

19- Morris , J.F., et al . "Spirometric standards for healthy nonsmoking adults. Am. Rev. Respir. Dis., 1971,103, 57.

20- Overstall, P.W., Extons smith, A.N., Imms, F.J., & Johnson, A.L. "Falls in the elderly related to postural imbalance". British Medical Journal, (i), 1977, 261-264.

21- Paffenbarger, R.S., Jr., et al. "Physical activity, all-cause mortality, and longevity of college alumni" .N.Engl.J.Med., 1986, 314, 605.

22- Plamer, G.J. Ziegler,M.G., & Lake C.R. "Response of norepinephrine and blood pressure to stress increase with age". Journal of Gerontology, 1978, 33, 482-487.

23- Pollock, M.L., et al. "Effects of walking on body composition and cardiovascular function of middle - aged men. J. Appl. Physiol., 1971 , 30 , 126.

24- Rodenheffer, R.J., "Exercise cardiac output is maintained with advancing age in healthy human subjects: Cardiac dilation and increased stroke volume compensate for diminished heart rate". Circulation , 1984, 69, 203.

25- Saltin, B., et al. "Physical training in sedentary middle-aged and older men. II. Oxygen uptake, heart rate, and blood lactate concentration at submaximal and exercise". Scand.J.Clin. Lab.Invest., 1969, 24, 323.

26- Schulman, S.P., and Gerstenblith, G. "Cardiovascular changes with aging, The response to exercise".J. Cardiopulmonary Rehab., 1989, 9, 12.

27- Shephard, R.J., & Sidney, K.H. "Exercise and aging. in R.S. Hutton (Ed.), Exercise and sport sciences reviews". Philadelphia: Franklin Institute Press. 1978, 6, 1-57.

28- Sidney, K.H., & Shephard, R.J. "Maximum testing of men and women in the seventh, eight, and ninth decades of life". *Journal of Applied Physiology* , 1977, 48, 280-287.

29- Spirduso, W.W., and Clifford, P "Replication of age and physical activity effects on reaction and movement time". *J. Gerontol.*, 1978, 33, 26.

30- Stamford, B.A. "Exercise and the elderly. In *Exercise and sport sciences Reviews*". Edited by K.B.Pandolf. New York, Macmillan, 1988, 16.

31- Weg, R.B. "Changing Physilology of aging, normal and pathological". In D.S. Woodruff & J.E. Birren (Dds.), "Aging, Scientific perspectives and Social issues". New York: Van Nostrand, 1975, 229-256.