کارکرد مغز و ورزش

رابطهٔ بین ورزش و کارکرد شناختی است؛ لذا این موضوع از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

از مدتها پیش، دیدگاهی که جسم (بدن) و ذهن را دارای دو ماهیت جدا می‌دانست، نزد جوامع پژوهشی مطرود شده است. پذیرش فلسفهٔ کلیت (یکپارچگی بدن و ذهن) باعث شده است که برای روشن شدن رابطهٔ دقیق بین بدن و مغز تحقیقات گسترده‌ای انجام شود. در رویکرد کلیت، بعد پژوهشی معتقد به تأثیر فعالیتهای بدنی بر مغز است. بر این اساس، ورزش شدید (کوتاه مدت) و ورزش مزمن (درازمدت) مورد بررسی قرار گرفته است و پژوهشگران آثار مستقیم و غیرمستقیم (رفتاری) ورزش بر مغز را آزمایش کرده‌اند. در آزمایشهایی که تأثیر مستقیم ورزش (تمرین) بر مغز بررسی شده است، پژوهشها عمدتاًبه تأثیر ورزش بر جریان خون مغزی (CrBF)، قابلیت دسترسی به نوروتر انسمیترها (میانجی‌های شیمیایی)، و کارآیی (فعالیت مفید) عصبی اختصاص داشته است؛ در حالی که تأثیر غیرمستقیم ورزش بر مغز عمدتاً بر حسب تأثیر بر بهداشت ذهنی و توانایی ادراکی آزمایش شده است.

۱ - رابطه‌های مستقیم

پژوهشهایی که تغییرات جریان خون مغز انسان را در طول یک جلسه ورزش شدید بررسی کرده‌اند، نتایج متضادی نشان می‌دهند. محققانی که با استفاده از اکسید نیتروژن [1]، میانگین جریان خون را در سر تا سر کل مغز اندازه‌گیری کرده‌اند، نوعاً گزارش داده‌اند که جریان خون مغزی هنگام ورزش ثابت می‌ماند. اما پژوهشگرانی که «تکنیک کلیرانس گزنون»[2] را به کار گرفته‌اند - البته این تکنیک برای تعیین جریان خون قشری، ناحیه‌ای است ـ نوعاً دریافته‌اند که شرکت‌کنندگانی که با شدت متوسط الی زیاد ورزش می‌کنند، افزایشهای زیادی در (CrBF) در اثر ورزش، توصیفی برای

پژوهشگران همچنین تأثیر ورزش بر میانجیهای شیمیایی مغز را آزمایش کرده‌اند. چند محقق نشان داده‌اند که مقدار میانجیهای شیمیایی پس از یک جلسه ورزش شدید تغییر می‌کند. «جردن و همکارانش و میشل و همکارانش»[3] بعد از یک جلسه ورزش شدید، افزایشهایی در مقدار نورآدرنالین (نوراپی نفرین) ثبت کرده‌اند. «ابرت و همکارانش» [4] افزایشهایی در «مواد پیش‌ساز نورآدرنالین»[5] در نتیجهٔ ۸ ساعت ورزش به دست آورده‌اند. به علاوه، پژوهشهایی که روی دوندگان ماراتون انجام شده است، نشان می‌دهد که مقدار آندورفین [6] پس از دوره‌های

1- Nitrogen oxide technique
2- Xenon Clearance technique
3- Gordon et al and Mitchell etal
4-Ebert et al
5-Precursors of noraderline
6- Endorphin

نویسندگان: جنیفر. ل. اتنیر و دانیل. م. لاندرز*

دپارتمان تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه ایالتی آریزونا

ترجمه: عباسعلی گائینی

طولانی ورزش، افزایش می‌یابد. «بارچاس و فریدمن»[7] افزایشهایی در مقدار سروتونین[8] مغز متعاقب ۳ ساعت دویدن گزارش کرده‌اند؛ و «جاکوبس»[9] اخیراً گزارش کرده است که گربه‌ها در یک موقعیت پیاده‌روی فعال، مقدار تهییج نرونهای سروتونین آنها افزایش داشته است. این یافته‌های مربوط به ورزش شدید چون رابطهٔ بین یک جلسه ورزش شدید و پدیدهٔ «حس خوشی»[10] را که در متون مشهور مورد توصیف قرار گرفته‌اند - بیان می‌کند، قابل توجه هستند.

همچنین مطالعاتی نشان داده است که در نتیجهٔ تمرینهای هوازی، مقدار نور آدرنالین پلاسما افزایش می‌یابد. «پل من و دانفورت»[11] و پل من و همکارانش دریافتند که مقدار نوردآدرنالین پلاسما در افراد بزرگسالی (با میانگین سنی ۶۴ تا ۶۹ سال) که برای ۸ هفته تمرین کرده بودند، تا ۲۹درصد افزایش یافت. در حیوانات، بررسیها نشان داده است که تمرینها منجر به افزایش نورآدرنالین و سرو

*-Jennifer L.Etnier and Daniel M.Lander

تونین در مغز می‌شود. این یافته‌های مربوط به تمرینات مزمن (درازمدت)، اهمیت شایان توجهی دارند؛ زیرا تصور می‌شود که میانجیهای شیمیایی یاد شده (نورآدرنالین، آدرنالین، و سروتونین) با «ذخیره سازی حافظه (هوش) و به خاطر آوردن»[12] آن و همچنین با «خلق و خوی»[13] در ارتباط می‌باشند.

نتایج حاصله از بررسیهای حیوانی نشان می‌دهد که ورزش درازمدت همچنین احتمالاً منجر به تغییرات ساختاری پایداری در مغز می‌شود. در این بررسیها، موشها در یکی از این ۴ وضعیت قرار داده شدند: وضعیت آکروباتیکی، وضعیت ورزش اجباری، وضعیت ورزش اختیاری، و وضعیت غیرورزشی (گروه کنترل). نتایج به دست آمده از مطالعهٔ «بلاک و همکارانش»[14] نشان می‌دهد، چگالی عروقی قشر مغزی موشهایی که در شرایط ورزشی قرار گرفته بودند، در مقایسه با موشهای گروه کنترل وموشهایی که ورزشهای آکروباتیک انجام داده بودند، افزایش یافته است. نتایج حاصله از بررسیهای «ایزاک و همکارانش»[15] نشان می‌دهد که موشهای گروه ورزش نسبت به موشهای گروه ورزشی آکروباتیک یا گروه کنترل از فواصل انتشار عروقی کوتاهتری برخوردار بوده‌اند. نتایج هر دو مطالعه نشان می‌دهد. که موشهای آکروباتیک از

7-Barchas and Freedman
8- Serotonin
9- Jacobs
10- Feel good
11- Pochiman and Danforth
12- Memory Storage and retrieval
13- Mood State.
14- Black et al
15- Isaacs et al

تعداد سیناپس بیشتری در هر «سلول پورکنژ»[16] برخوردار بوده‌اند. پژوهشگران از این مطالعات نتیجه گرفتند که ورزش بدنی، رگ‌دار شدن (ایجاد رگهای جدید) قشر مغزی را بهبود می‌بخشد؛ در حالی که ترکیبی از یادگیری حرکتی با فعالیت بدنی منجر به شبکهٔ ارتباطی بزرگتری در مغز می‌شود.

همچنین تکنیکهای الکتروانسفالوگرافیک یا را EEG [17] (نوار مغزی) برای آزمایش تأثیر ورزش روی الگوهای تهییج EEG عصبی استفاده شده است. «داستمن و همکارانش» [18] EEG در چهار گروه شرکت‌کننده در ورزش که براساس سن و

پژوهش‌های مستقیمی که رابطه بین ورزش و مغز را بررسی کرده،نشان می‌دهد که ورزش می‌تواند اثر معنی‌داری روی ساختار مغز و کارایی عصبی و همچنین قابلیت دسترسی به میانجیهای شیمیایی داشته باشد

EEG اکسیژن مصرفی بیشینه (Vo2 max) دسته‌بندی شده بودند، اندازه‌گیری کردند. نتایج به دست آمده نشان داد که حالت استراحت مردان جوان و مردان ورزیده مسن‌تر (با میانگین سنی به ترتیب ۲۵/۲ و ۵۳/۸ سال) نسبت به EEG آهسته‌تری حالت استراحت مردان مسن و غیرورزیده (میانگین سن ۵۵/۹ سال) به طور معنی‌داری از فعالیت آلفای (۸ تا ۱۰ هرتز) [19] برخوردار بوده است. بعلاوه، معلوم شد «جفت کردن قشری» [20] که تصور می‌شود نمایانگر نواحی «خودکاری کارکردی» [21] در مغز است، در مردان شرکت‌کننده‌ای شده است که در شروع برنامه از تواناییهای بازدارندگی ضعیفی در (NCS) برخوردار بوده‌اند.

داستمن و همکارانش فعالیت مغز افراد مسنی را که در گروههای خیلی ورزیده و کم ورزیده دسته‌بندی شده بودند، آزمایش کردند. نتایج حاصل از پژوهش آنها نشان داد که «تأخیر پتانسیل وابسته به رویداد P300 [23] (مقیاسی از پردازش اطلاعات) برای افراد مسن کم‌ورزیده نسبت به افراد مسن خیلی ورزیده طولانی‌تر بود. «باشور» [24] زمان عکس‌العمل و تأخیر P300 [25] در مردان مسنی راکه به گروههای ورزشکار و غیرورزشکار دسته‌بندی شده بودند، اندازه‌گیری کرد. نتایج پژوهش آنها نشان داد که ورزشکاران، زمانهای عکس‌العمل سریعتر و تأخیرهای P300 کوتاهتری نسبت به غیرورزشکاران داشته‌اند.

بنابراین، پژوهشها آشکار می‌سازد که آمادگی،

16- Purkinje Cell

17- Electroencephalographic (EEG)

18- Dustmen et al

۱۹ - امواج آهسته EEG با فرکانس ۱۳-۸ که به «موج آلفا» معروف است، نشانگر حالت آرمیدگی فرد (مغز) می‌باشد. یافتهٔ فوق به این معناست که مغز افراد ورزیده در حالت استراحت، آرمیدگی بیشتری دارد.

20- Cortical Coupling

21- Functional Autonmy

22- Campbell et al

23- P300 event - related potentioal latency

24- Bashore

۲۵- P300 یا «موج مثبتی» که ۳۰۰ هزارم ثانیه پس از تحریک شنیداری یادبداری از EEG خام قابل استخراج است. استخراج از EEG به وسیلهٔ میانگین گرفتن از قطعات EEG خام میسر است. گفته می‌شود که P300 دارای ویژگیهای ادراکی ـ شناختی است.

غیرورزیدهٔ مسن‌تر نسبت به دیگر گروهها بزرگتر بود. این نتایج نشان می‌دهد که آمادگی در جمعیتهای مسن احتمالاً منجر به حفظ خودکاری کارکردی می‌شود. «کمپبل و همکارانش»[22] EEG عده‌ای از این رافراد را قبل و بعد از یک برنامهٔ ورزشی ۱۰ هفته‌ای اندازه‌گیری کردند. نتایج پژوهش آنها نشان داد که برنامهٔ ورزشی مذکور منجر به افزایش تواناییهای بازدارندگی سیستم عصبی مرکزی (NCS) در ۲۱ نفر از ۲۲ کارآیی عصبی را افزایش می‌دهد و خودکاری کارکردی را حفظ می‌کند. این موارد برای افراد بزرگسال مسن‌تر مطابق واقع است.

پژوهشهای مستقیمی که رابطهٔ بین ورزش و مغز را بررسی کرده، نشان داده است که ورزش می‌تواند اثر معنی‌داری روی (CrBF)ساختار مغز و کارآیی عصبی و همچنین قابلیت دسترسی به میانجیهای شیمیایی داشته باشد. همچنین پژوهشگران تلاش گسترده‌ای برای تعیین رابطهٔ غیرمستقیم بین ورزش و مغز، از طریق جستجوی تأثیر ورزش بر رفتار به عمل آورده‌اند. به ویژه، پژوهشها بر محور تأثیر ورزش بر بهداشت ذهنی و کارکرد شناختی [26] متمرکز شده است.

۲ - رابطه‌های غیرمستقیم

رابطهٔ بین بهداشت ذهنی و فعالیت بدنی در حد گسترده‌ای بررسی شده است. این رابطه به این دلیل کارکرد مغز قابل توجه می‌باشد؛ زیرا نشان داده شده است که بهداشت ذهنی منجر به کارکرد شناختی می‌شود. برای مثال، چندین پژوهشگر نشان داده‌اند که «اختلالات عصبی روانی»[27] در بیماران افسرده ظاهر می‌شود. بنابراین، اگر ورزش منجر به بهداشت ذهنی شود، پیامد آن احتمالاً تأثیر غیرمستقیمی بر کارکرد مغز خواهد داشت. رابطهٔ بین سطح ورزش یا آمادگی و افسردگی در نزدیک به ۱۱۰۰ پژوهش بررسی شده است. «مورگان»[28] اخیراً مروری گذرا بر متون و پژوهشهایی که رابطهٔ بین فعالیت بدنی، آمادگی، و افسردگی را آزمایش کرده‌اند، انجام داده است. او گزارش کرد که بخش وسیعی از مطالعات در این زمینه، دچار مشکلات متدولوژیکی از قبیل دشواری در نمونه‌گیری برای انجام معاینات، گروههای کنترل ناهمگون و تکنیکهای تشخیصی ناصحیح می‌باشند. با وجود این مشکلات، نویسنده نتیجه گرفته است که ورزش، توأم با کاهشهایی در افسردگیهای ملایم تا متوسط بوده است.

عده‌ای معتقدند: تأثیر ورزش بر کارکرد ادراکی بستگی به شدت و مدت ورزش و نوع کارکرد شناختی دارد

«نورث و همکارانش» [29] متون مربوط به ورزش و افسردگی را با استفاده از «تکنیک فراتحلیلی» مرور کرده‌اند. این موضوع به آنها فرصت داده است تا تأثیرات به دست آمده در تمام مطالعات (اعم از بزرگ یا کوچک) را بررسی نمایند و تأثیر متغیرهای غیرافراطی (ملایم و معتدل) را بر این آثار جستجو نمایند. نتایج حاصل از این مرور نشان داد، در حالی که آثار بزرگتر در بیمارانی که به لحاظ پزشکی افسرده بودند، دیده شده، ولی افسردگی تقریباً تا $\frac{1}{2}$

26- Cognitive
27- Neuropsychological dysfunction
28-Morgan
29- North et al

واحد انحراف استاندارد کاهش یافته است (۰/۵۳= ES). این آثار با تمام انواع ورزش‌ها پدید می‌آید و دامنهٔ آن از زمان بسیار کم تا زمان بسیار زیاد، متغییر بوده است. به علاوه، در حالی که تمام برنامه‌های ورزشی با هر مدت زمانی بر افسردگی تأثیر داشته است، ولی بزرگترین تأثیر بر افسردگی در برنامه‌های ورزشی که ۱۷ هفته یا بیشتر به درازا کشیده شده‌اند، دیده شده است. برای توصیف این نتایج چندین فرضیهٔ فیزیولوژیکی پیشنهاد شده است. «فرضیهٔ آمین»[30] و «فرضیهٔ اندرفین»[31] هر دو نشان می‌دهد که ورزش، سطوح برخی میانجیهای شیمیایی در مغز (به عنوان مثال سرو تونین) را که همراه با کاهشهایی در افسردگی هستند، افزایش می‌دهد. همان‌گونه که قبلاً توضیح داده شد، این فرضیه از سوی مطالعاتی که پاسخ میانجی‌های شیمیایی به ورزش را به طور مستقیم اندازه‌گیری کرده‌اند، حمایت می‌شود.

همچنین مطالعات بسیاری رابطهٔ بین ورزش و کارکرد ادراکی را آزمایش کرده‌اند. نویسندگان زیادی سوابق و متون مربوط به این مقوله را مرور کرده‌اند و با تنوعی از نتایج مواجه شده‌اند؛ در حالی که نویسندگانی نتیجه گرفته‌اند که نتایج به دست آمده از آزمایشها، از مشاجره‌ای حمایت می‌کند که معتقد است: ورزش، کارکرد شناختی را افزایش می‌دهد.

عده‌ای دیگر نیز معتقدند: «تأثیر ورزش بر کارکرد ادراکی بستگی به شدت و مدت ورزش و نوع کارکرد شناختی دارد.»

با مرور روی مطالعاتی که در مورد ورزش شدید انجام شده بود، نتیجه گرفت که ورزش زیر بیشینه برای کارکرد شناختی سودمند است؛ در حالی که ورزشهای بیشینهٔ درمانده‌ساز[32] احتمالاً برای کارآیی شناختی زیانبار است. همچنین «تامپوروسکی و الیس»[33] بر سوابق مربوط به ورزش شدید و کارکرد شناختی مروری انجام دادند. آنها ۲۷ مطالعهٔ منتشر شده را براساس شدت و مدت برنامهٔ ورزشی طبقه‌بندی کردند و سپس نتایج کلی را براساس یافته‌های کلی پژوهش در هر طبقه قرار دادند. آنها نتیجه گرفتند که: «هر چند نتایج مغشوش است و با هم تعارض دارند، ولی در کل نشان می‌دهند که ورزش منجر به پیشرفتی در کارکرد شناختی نمی‌شود.»

داستمن و همکارانش در مروری که اخیراً انجام داده‌اند، نتیجه گرفته‌اند که اختلافات بزرگ در کارکرد شناختی می‌تواند با استفاده از مقایسه‌های مقطعی گروهها با سطوح آمادگی متفاوت به دست آید. این پژوهشگران نظر دادند که تغییرات در کارکرد عصبی - روانی احتمالاً به علت برنامه‌های ورزشی درازمدت (طولانی‌تر از آنچه که در پژوهشهای گذشته بررسی شده بود) است که منجر

30- Amine hypothesis
31- Endorphin hypothesis
32-Exhaustive
33- Tomporwski and Ellis

به اختلافات بزرگ آمادگی می‌شود همان طور که می‌تواند در مقایسه‌های مقطعی دیده شود)

ترکیب نتایج به دست آمده از مطالعات زیاد و گوناگون که طرحهای متفاوتی را استفاده کرده‌اند، در یک مرور گذرا دشوار است. «توماس و همکارانش»[34] نتایج مقدماتی به دست آمده از ۹۱ مطالعه از جمله یک «بررسی فراتحلیلی» را مرور کرده و نتیجه گرفته‌اند که تأثیر ورزش بر کارکرد شناختی به الگوی[35] ورزشی که انجام می‌شود، بستگی دارد. مطالعاتی که از ورزش شدید به دست آمده است، آثار بسیار اندکی را نشان می‌دهد (تعداد = ۴۴، انحراف استاندارد = ۰/۱۶ و درجه آزادی کمتر از ۰/۰۵). اما مطالعاتی که برنامه‌های ورزشی مزمن (درازمدت) را استفاده کرده‌اند، آثار بزرگتری را نشان می‌دهند. و بنابراین نه تنها مفیدتر است، که توانایی شناختی را افزایش می‌دهد (تعداد = ۱۴، انحراف استاندارد = ۰/۳۲ و درجه آزادی کمتر از ۰/۰۵) و همچنین مطالعاتی که طرحهای مقطعی را به کار گرفته‌اند، بزرگترین آثار را نشان می‌دهد. (تعداد = ۱۴، انحراف استاندارد = ۰/۷۵ و درجه آزادی کمتر از ۰/۰۵). این یافته‌های آماری منطبق هستند با اطلاعاتی که توسط داستمن و همکارانش گزارش شده است.

نتایج

پژوهشها نشان می‌دهند که ورزش اثر مستقیمی بر مغز دارد و سپس این تأثیر مستقیم احتمالاً به گونه‌ای غیرمستقیم، وسیلهٔ فراهم آمدن تأثیرات ورزش بر کارگرد مغز می‌شود. به ویژه شواهد نشان می‌دهد که ورزش بر جریان خون مغز (CRBF) قابلیت دسترسی به میانجی‌های شیمیایی، ساختار مغز و کارآیی عصبی اثر می‌گذارد، و این تغییرات به بهداشت ذهنی بهتر می‌انجامد و کارکرد شناختی را بهبود می‌بخشد.

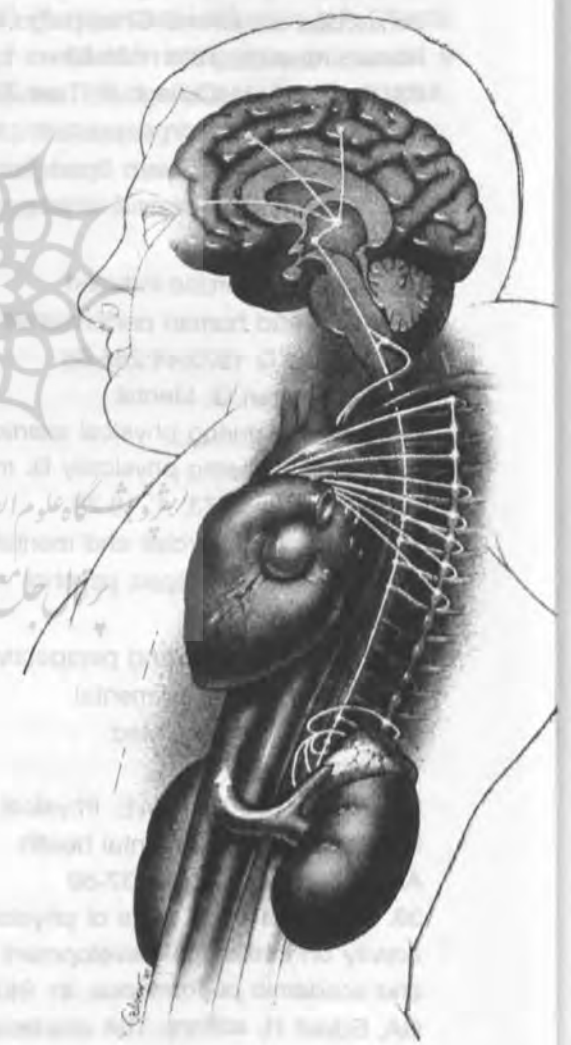
هر چند تاکنون پژوهشهای زیادی در این زمینه انجام شده است، ولی این پژوهشها نواقصی داشته و از تکنیکهای بسیار گوناگونی استفاده کرده‌اند که امکان نتیجه‌گیری را دشوار می‌سازد. به همین دلیل، پژوهشهای بیشتری لازم است تا موضوع را با تمرکز و توجه بیشتری بررسی نمایید؛ طوری که آثار مستقیم و غیرمستقیم ورزش بر مغز بتواند به نتایج موثق‌تری بی‌انجامد. از دور نمای تئوری معلوم شده که ضروری است مطالعات به گونه‌ای هدایت شوند تا مکانیزمهای دقیق که بر پیشرفتهای ادراکی تأثیر می‌گذارند، مشخص شوند و بر دورنمای کاربردی مطالعات آینده باید پارامترهای صحیحی که ورزش را معین می‌کند، انواع ادراکی که می‌تواند بهبودی یابد و جمعیتهایی که احتمالاً بیشترین سود را از ورزش می‌برند، استوار گردد.

34-Thomas et al

35-Paradigom

1. Thomas SN. Schrocder T. Sechrocder T. Secher NH. et al. Cerebral blood flow during submaximal and maxinal dynamic exercise in humans. J Appl Physiol 1989:67: 744-8.
2. Schcinberg P. Blackburn I. Rich M. et al. Effects of vigorous physical exercise on cerebral circulation and metabolism. Am J Med 1954:16:549-54.
3. Scheinberg p. Blacburn I. Saslaw M. et al. Cerebral circulation and metabolism in pulmonary emphysema and fibrosis with observations on the cffects of mild exercise. J Clin invest 1953:32:720-8.
4. Zobl EG, Talmers FN. Christensen RC. et al. Effect of exercise on the cerebral circulation and metabolism. J Appl Physiol 1965:20:1289-93.
5. Herholtz. K. Buskies W. Rist M, et al. Regional cerebral blood flow in man at rest and during exercise. J Neurol 1987:234: 9-13.
6. Jorgensen LG, Perko M, Hanel B. et al. Middle cerebral artery flow velocity and blood folw during exercise and muscle ischemia in humans. J Appl Physiol 1992:72:1123-32.
7. Jorgensen LG, Perko M, Secher NH. Regional verebral atrery mean celocity and blood flow during dynamic exercise in humans. J Appl Physiol 1922:73: 1825-30.
8. Grodon R.Spector S. Sjoerdsma A, et al. Increased synthesis of norepinephrine and epinephrine in the intact rat during exercise and exposure to cold. J Pharmacol Exp Ther 1966: 30: 440-7.
9. Mitchell JB,Flynn MG, Goldfarb AH,et al. The effect of training on the norepinephrine response at rest and during exercise in 5° and 20°C encironments. J Sports Med Phys Fitness 1990,30:235-40.
10. Ebert MH, Post RM. Goodwin FK. Effect of physical activity on urinary MHPG excretion in depressed patients. Lancet 1972,2:766.
11. Bortz WM, Angwin P, Mefford IN, et al. Catecholmines, dopamine, and endorphin levels during extreme exercise. N Engl J Med 1982,305:466-7.
12. Barchas JD, Freedman DX. Brain amines: response to physiological stress. Biochem Phamacol 1963,12:1232-5
13. Jacobs BL. Serotonin. motor activity and depression - related disorders. AM Sci 1994:82:456-63
14. Dustman RE, Emmerson R, Shearer D. Physival activity, age. and cognitive -neuropsychological function. J A ging Phys Act 1994,2:143-81
15. Poehlman Et. Danforth Jr E. Endurance training increases metabolic rate and norepinephrine appearance rate in older individuals. Am J Physiol 1991,261:E223-E239
16. Poehlman ET. Gardner AW. Goran

MI. influence of endurance training on energy intake, norepinephrine kinetics. and metabolic rate in older individuals. Metabolism 1992;41:941-8
17. Brown BS, Payne T. Kim C. et al. Chronic response of rat brain norepinephrine and serotonin levels to endurance training. J Appl Physiol 1979;46:19-23
18. Brown BS. Van Huss W. Exercise and rat brain catecholamines. J Appl Physiol 1973:34:664-9
19. Radosevich PM. Nash JA. Lacy DB, et al. Effects of low - and hi-intensity exercise on plasma and cerebrospinal fluid levels of ir-Beta-endorphin, ACTH, cortisol, norepinephrine and glucose in the conscious dog. Brain Res 1989,498:89-96
20. Zornetzer JJ. Catecholamine system involvement in age-related memory dysfunction. Ann NY Acad Sci 1985;4444:242-54
21. Kalat JW, Biological psychology. 4th ed. Belmont, CA: Wadsworth, 1992
22. Carlson NR. Physiology of behavior. 3rd ed. Boston: Allyn & Bacon. 1986
23. Black JE, Isaacs KR, Anderson BJ, et al. Learning causes synaptogenesis, whereas motor activity causes angiogenesis, in cerebellar cortex of adult rats. Proc Natl Acad Sci USA 1990, 87:5568-72
24. Isaacs KR, Anderson BJ, Alcantara



31. Sweeney JA, Stokes P, Wetzler S, et al. Cognitive functioning in depression. J Clin Psychol 1989;45:836-42
32. Morgan, WP. Physical activity, fitness, and depression. In: Bouchard C, Shephard RJ, Stephens T, editors. physical activity, fitness and health: international proceedings and consensus statement. Champaign, Ill.: Human Kinetics, 1994: 851-67
33. North TC, McCullagh P, Tran ZV. Effects of exercise on depression. In: pandolf KB, editor. Exerc Sport Sci Rev. Baltimore: Williams & Wilkins, 1990:379-415
34. Gutin B. Exercise-induced activation and human performance: a review. Res Q 1973;44:256-68
35. Weingarten G. Mental performance during physical exertion: the benefit of being physically fit. Int J Sport Psychol 1973; 4: 16-26
36. Gruber JJ. Exercise and mental performance. Int J Sport psychol 1975;6:28-40
37. Powell RR. Aims and perspectives: effects of exercise on mental functioning. J Sports Med 1975;15:125-31
38. Folkins CH, Sime WE. Physical fitness training and mental health. Amer Psychol 1981; 4:337-89
39. Kirkendall DR, Effects of physical activity on intellectual development and academic performance. In: Stull GA, Eckert H, editors. The academy
AA, et al. Exercise and the brain: angiogenesis in the adult rat cerebellum after vigorous physical activity and motor skill learning. J Cereb Blood Flow Metab 1992,12:110-9.
25. Dustman RE. Emmerson RY, Ruhling RO, et al. Age and fitness effects on EEG, ERPs. visual sensitivity, and cognition. Neurobiol Aging 1990,11:193-200
26. Campbell JF, Stenstorm RJ, Bertrand D. Systematic changes in perceptual reactance induced by physical fitness training. Percept Mot Skills 1985;61:279-84
27. Dustman RE, Emmerson RY, Shearer DE. Electrophysiology and aging: slowing, inhibition, and aerobic fitness. In: Howe ML, Stones MJ, Crainerd CJ, editors. Cognitive and behavioral performance factors in atypical againg. New York: Springer Verlag, 1990:103-49
28. Bashore TR. Age, physical fitness, and mental processing speed. In: Lawton MP, editor. Annual review of gerontology and geriatrics, vol. 9: clinical and applied gerontology. New York: Springer, 1989: 120-44
29. Golinkoff M, Sweeney J. Cognitive impairments in depression. J Aff Disorders 1989, 17: 105-12
30. Austin MP, Ross M, Murray C, et al. Cognitive function in major depression. J Aff Disorders 1992;25:21-30

international proceedings and consensus statement. Champaign, Ill.: Human Kinetics, 1994:521-529

Correspondence and reprints: Dr Daniel M. Landers, Department of exercise Science and physical Eductation, Box 870404, Tempe, AZ 852871-0404, USA.

Manage Rev 1987; 12: 511-22.
43. Thomas JR. Landers DM. Salazar W, et al. Exercise and cognitive function. In: Bouchard C, Shephard RJ, Stephens T, editors. physical activity, fitness. and health.
papers. Champaign, Ill.: Human Kinetics, 1986; 49-63
40. Thomas JR. Thomas KT. The relation of movement and cognitive function. In: seefeldt V, editor. Physical activity and well being. Reston, VA: American Association for Health, Physical Education, Recreation and Dance, 1986;443-52
41. Tomporowski PD, Ellis NR. Effects of exercise on congnitive processes: a review. Psychol Bull 1986; 99: 338-46
42. Falkenberg LE. Employee fitness programs: their impact on the employee and the organization. Acad

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی