

هو الجميل

فيزيولوژی تنفس ورزشی

ورزش ← افزایش متابولیسم ماهیچه ای ←
افزایش نیاز به اکسیژن و افزایش تولید دی اکسید کربن

بررسی وضعیت تنفسی:

(۱) تاثیر حاد(پاسخ)

(۲) تاثیر طولانی مدت (سازگاری)

کنترل تنفسی

در حین ورزش حجم جاری و فرکانس تنفس افزایش می یابد.
↑ حجم جاری بیشتر ناشی از استفاده از حجم ذخیره دمی و مقدار کمتر ناشی از حجم ذخیره بازدمی است.

✓ ورزش با شدت ملایم : ↑ تهویه عمدتاً به وسیله ↑ حجم جاری صورت می گیرد.

✓ ورزش سنگین: فرکانس تنفس در افراد بالغ و سالم ۴۰ الی ۵۰ بار

تهویه حبابچه ای

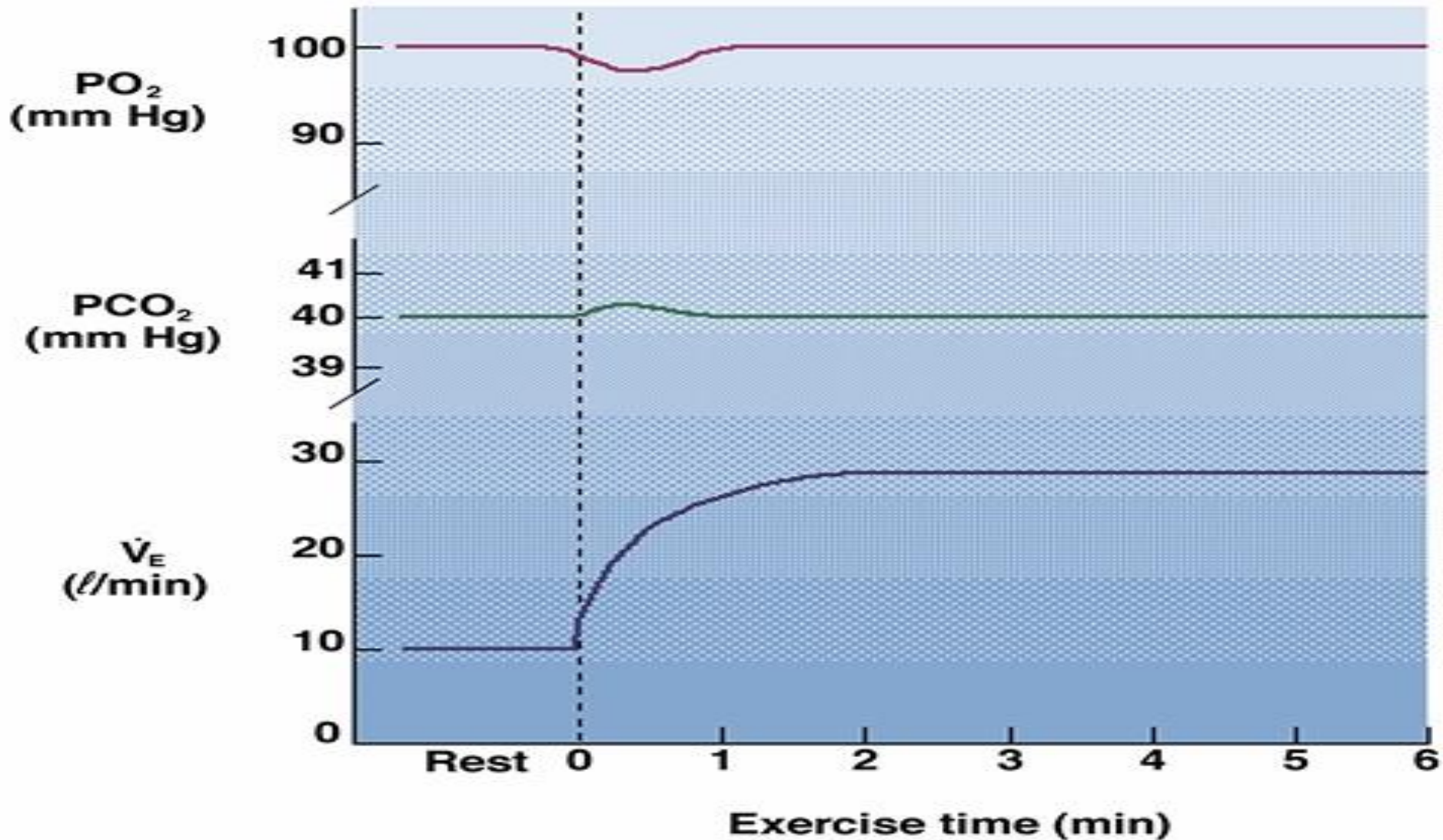
□ تهویه دقیقه ای در حال استراحت ۵ تا ۶ لیتر می باشد و در دوره های کوتاه مدت با حداکثر توان تا ۱۵۰ لیتر در دقیقه نیز می رسد.

□ فضای آناتومیک: به دلیل اتساع راههای هوایی در حجم های ریوی بالا اندکی افزایش می یابد.

حتی در ورزش سنگین، فشار اکسیژن شریانی (po_2a) نسبتاً ثابت می ماند و تا زمانی که مقادیر زیادی بر LA اثر متابولیسم بی هوازی تولید نشود، po_2a نیز ثابت باقی می ماند.

تغییرات از استراحت به کار:

با شروع تمرین تهویه ریوی بطور ناگهانی افزایش می یابد و سپس به تدریج بالا می رود و در سطح یکنواخت قرار می گیرد.



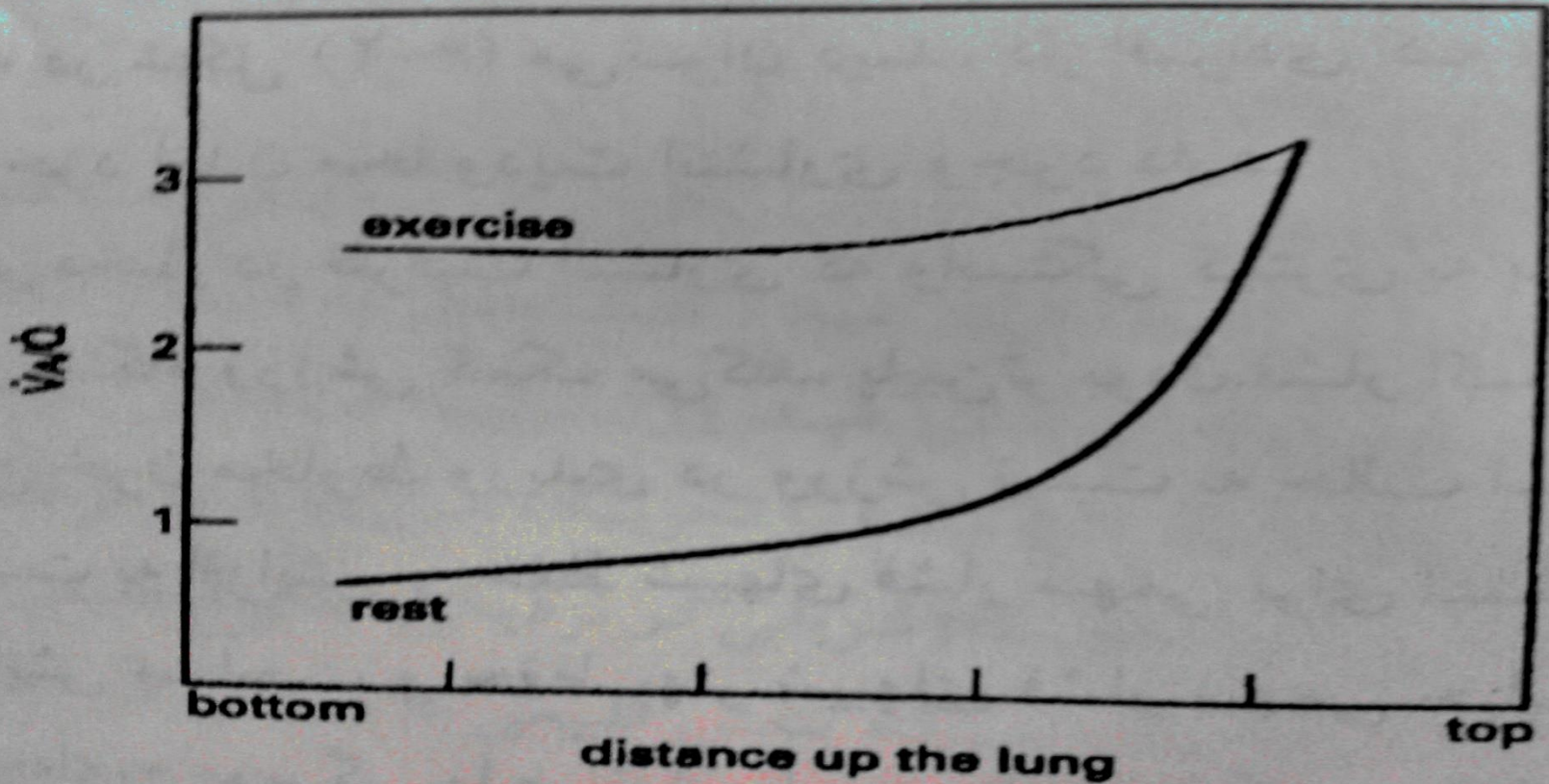
رابطه تهویه و جریان خون

❖ جریان خون یکنواخت تر در مناطق مختلف ریوی ←

تناسب بهتر تهویه و جریان خون در تمام بخش های ریوی

❖ ورزش متوسط تا شدید ← نسبت تهویه به جریان خون ۲

تا ۴ برابر ↑ می یابد. زیرا تهویه بیش از جریان خون افزایش می یابد.



- این نسبت ها نشان دهنده این موضوع است که پراکندگی نسبت تهویه به جریان خون در هنگام ورزش کمتر است، بنابراین در خلال ورزش ناحیه جریان خون و تهویه بهتر بر هم منطبق می شوند.

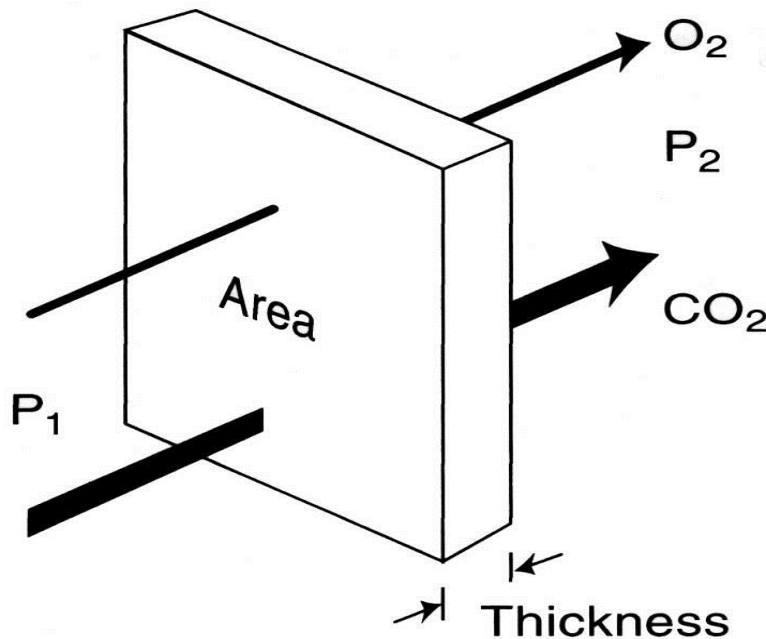
ظرفیت انتشار O2 و CO2

انتشار این دو گاز به طور قابل ملاحظه ای \uparrow می یابد.

1- عمدتاً در نتیجه \uparrow جریان خون ریوی است \leftarrow \uparrow مساحت سطح انتشار

2- \uparrow اختلاف فشار

1 و 2 \leftarrow \uparrow انتشار از سد حبابچه ای- مویرگی



$$\dot{V}_{\text{gas}} \propto \frac{A}{T} \cdot D \cdot (P_1 - P_2)$$

$$D \propto \frac{\text{Sol}}{\sqrt{\text{MW}}}$$

- ضخامت سد حبابچه ای-مویرگی نیز ممکن است در هنگام ورزش تحت تاثیر قرار بگیرد، اما ممکن است \uparrow و یا \downarrow ضخامت این سد باشد.

- در حجم های ریوی بالا رگهای حبابچه ای کشیده می شود و ضخامت سد ممکن است \downarrow یابد. از طرف دیگر افزایش برون ده قلبی ممکن است با احتقان رگی همراه باشد که این موضوع ضخامت سد را \uparrow می دهد.

انتقال اکسیژن و دی اکسید کربن در خون

- ↓ فشار اکسیژن در عضلات فعال ، درصد داکسی هموگلوبین را افزایش می دهد.
- از سوی دیگر، ↑ فشار CO₂ (اثر بور)، ↑ غلظت H⁺ ، دما و نیز 2-3-BPG باعث می شوند تا منحنی تجزیه اکسی هموگلوبین به طرف راست جابه جا شود ← تخلیه در عضلات فعال
- پایین بودن فشار مویرگی نیز بارگیری به داخل خون را ↑ می دهد، زیرا در سطوح پایین اکسی هموگلوبین منحنی تجزیه دی اکسید کربن به سمت چپ جابه جا می شود (اثر هالدان)

تعادل اسید و باز

- شدت ورزش بالا ← متابولیسم بی هوازی ← ↑
تولید اسید لاکتیک
- یونهای H⁺ تحریک گیرنده های شیمیایی و محیطی و
رگ ← ↑ تهویه

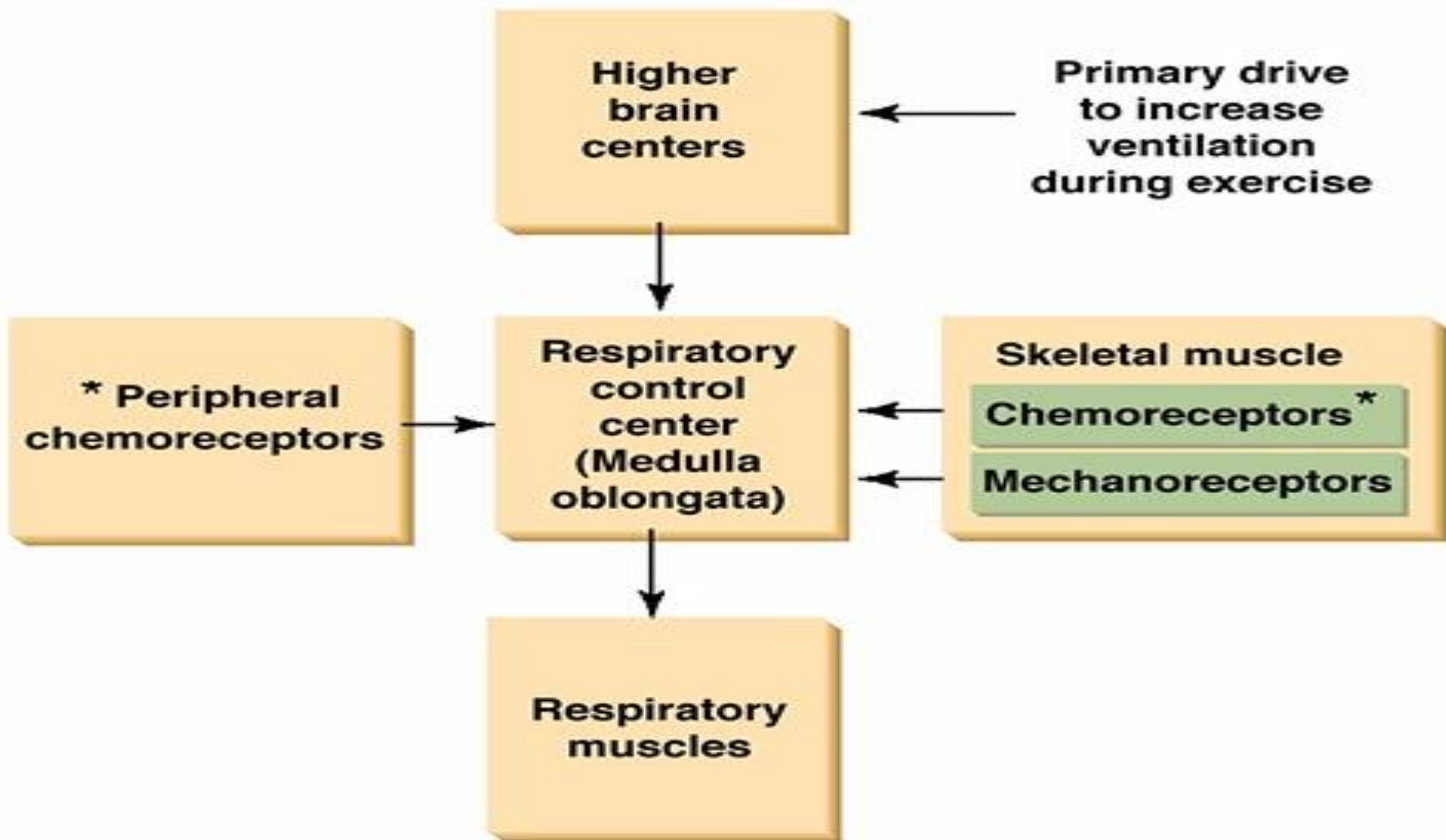
پاسخ دستگاه تنفس به ورزش

تمرین شدید	تمرین متوسط	متغیر
		مکانیک تنفس
↑↑	↑	کار ارتجایی
↑↑	↑	کار مقاومتی
		تهویه آلوئلی
↑↑	↑↑	حجم جاری
↑↑	↑	تعداد تنفس
↑	↑	فضای مرده آناتومیک
↓↓	↓	نسبت اکسیژن به تهویه
		جریان خون ریوی
↑↑	↑	جریان بالای ریه
↓↓	↓	مقاومت عروق ریوی
		رابطه تهویه به انتشار
↑	↑	انطباق تهویه به انتشار
↑↑	↑	نسبت تهویه به انتشار
↑↔	↔	Pao ₂
↓	↔	Paco ₂
↑↑	↑	اختلاف اکسیژن سرخرگی-سیاهرگی

تمرینات فزاینده

- افزایش خطی تهویه ریوی تا شدت تمرینی ۵۰ تا ۷۵٪ حداکثر اکسیژن مصرفی بصورت خطی افزایش می یابد.
- از این نقطه تهویه بصورت تصاعدی افزایش می یابد.
- به نقطه ای که تهویه ریوی بصورت تصاعدی افزایش می یابد **آستانه تهویه ای** گویند.

کنترل تهویه ای در طول تمرینات زیر بیشینه



* Act to fine tune ventilation during exercise

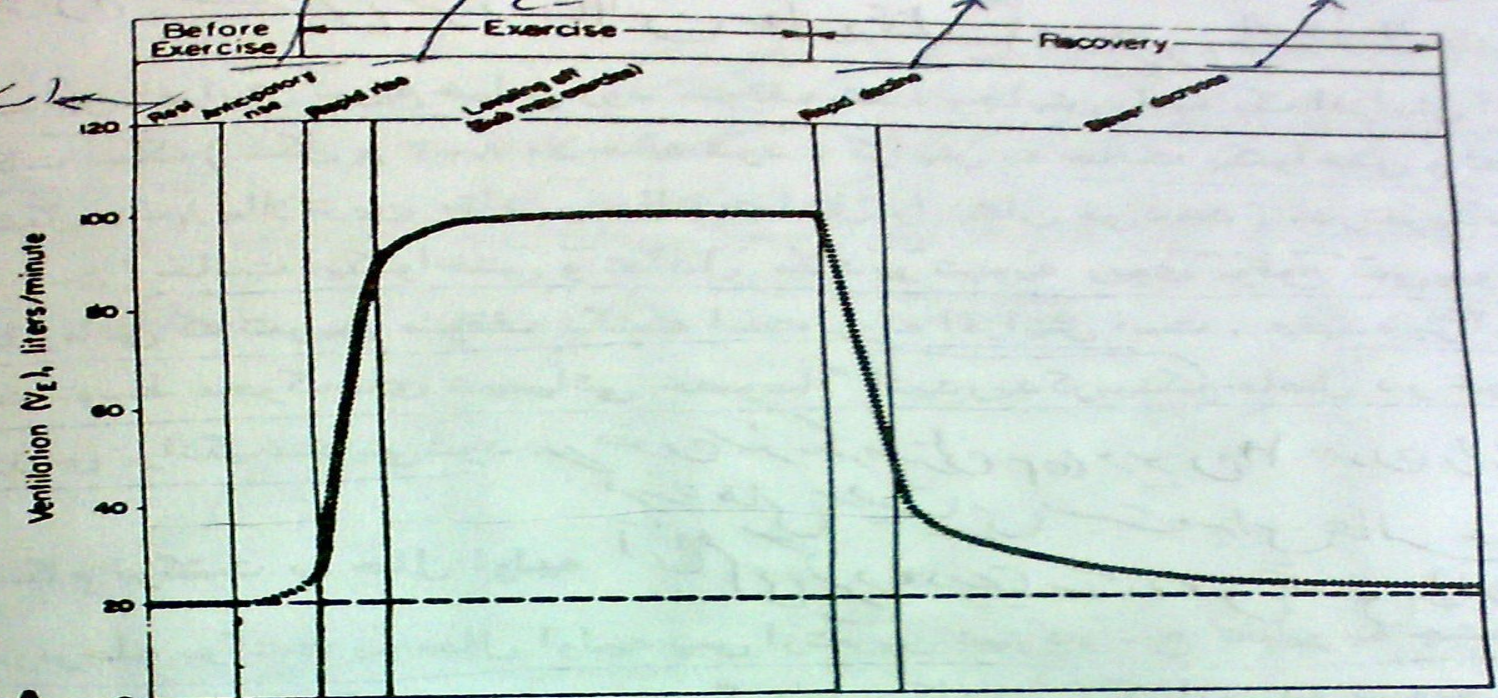
تغییرات تهویه ای در تمرین

مرحله	تغییرات	کنترل
1-پیش از تمرین 2-هنگام تمرین	افزایش متوسط	عصبی(خود انتظاری)
الف- بلافاصله پس از شروع ب-اندکی پس از شروع	افزایش سریع تعادل با اندکی افزایش	عضلات و مفاصل شیمیایی
3- برگشت به حالت اولیه الف- بلافاصله پس از شروع ب- اندکی پس از شروع	کاهش ناگهانی کاهش آهسته تر در جهت استراحت	قطع حرکت کاهش CO2

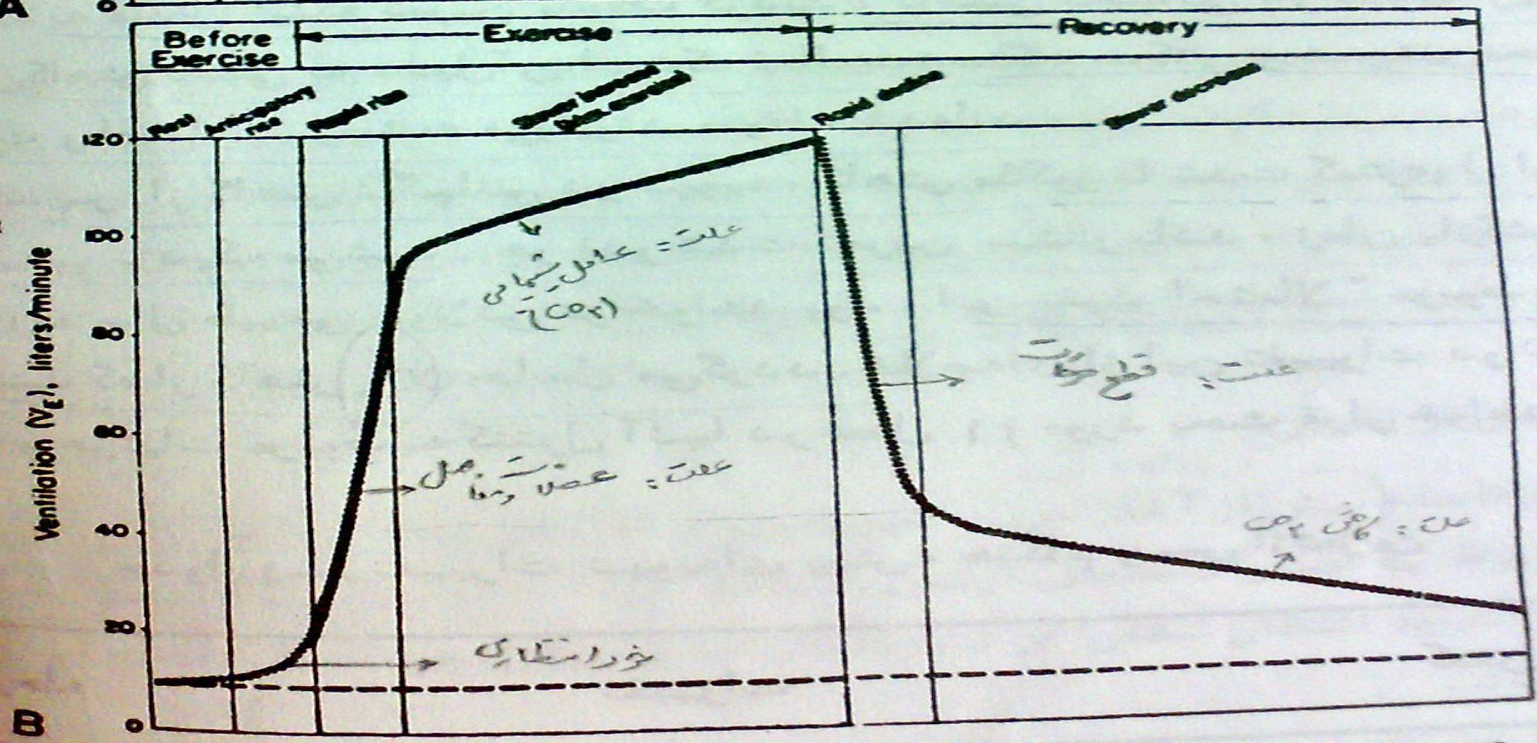
کنترل تنفس هنگام فعالیت بدنی نتیجه عامل واحدی نیست، بلکه نتیجه ترکیب و همزمانی چندین محرک شیمیایی و عصبی است.

تغییرات

تغییرات
در ریتم



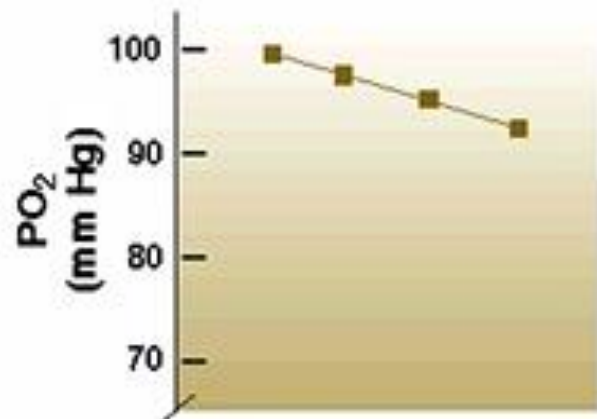
تغییرات
بسیار



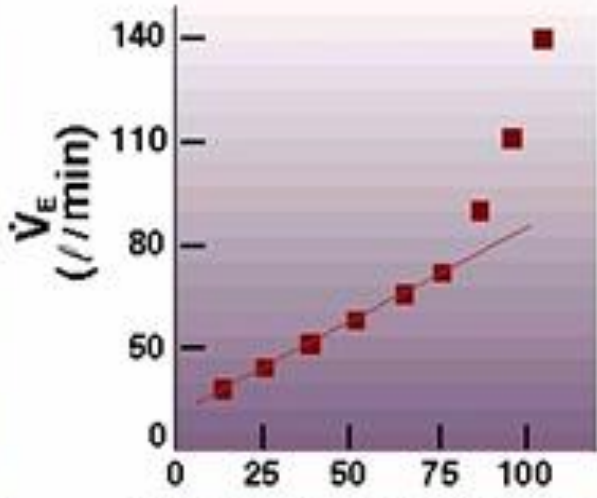
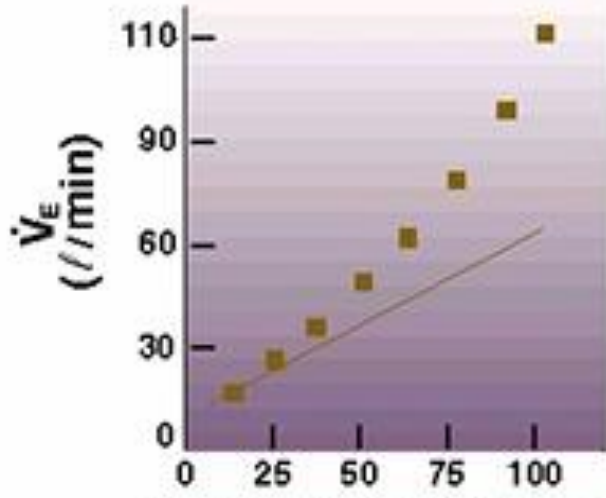
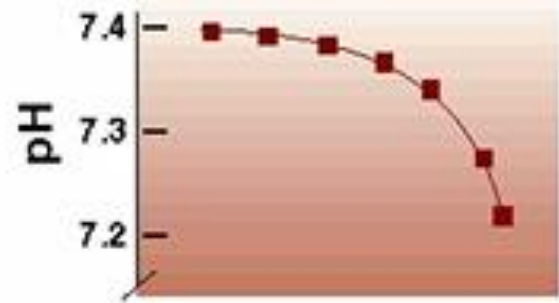
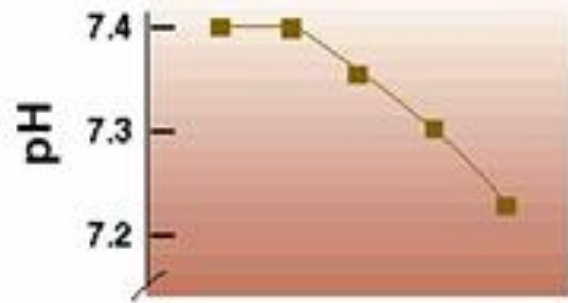
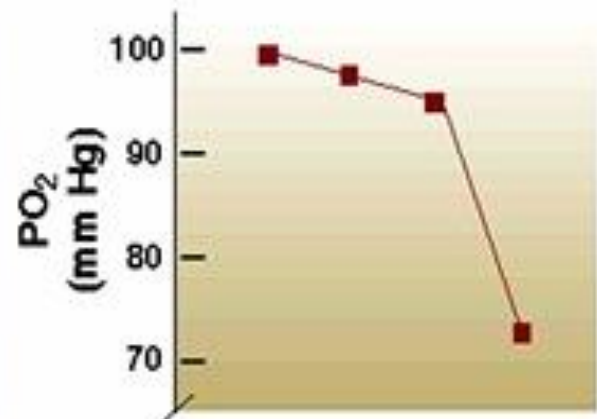
پاسخ های دستگاه تنفسی به ورزش

- توانایی انجام فعالیت بدنی با تمرین کردن افزایش می یابد. با وجود این، بیشتر این تغییرات تابع دستگاه قلبی و عروقی و متابولیسم است.
- حداکثر جذب O_2 با تمرین کردن \uparrow می یابد و این عمدتاً در نتیجه افزایش حداکثر برون ده قلبی است.
- ظرفیت کل ریوی تحت تاثیر تمرین قرار نمی گیرد و ممکن است در حد طبیعی باشد.
- ظرفیت انتشاری ریوی اغلب در قهرمانان ورزشی \uparrow می یابد که این افزایش احتمالاً به دلیل \uparrow حجم خون و \uparrow حداکثر برون ده قلبی است.

"Untrained Student"



"Elite, Trained Runner"



Work rate (% $\dot{V}O_2$ max)

Work rate (% $\dot{V}O_2$ max)

پاسخهای تهویه
ای به تمرین در
افراد تمرین کرده
نخبه و مردان
تمرین نکرده:

تأثیر تمرین استقامتی بر تهویه در طول تمرین

Training Reduces Exercise Ventilation

