**فصل اول**

# چشم‌انداز تاریخی: خاستگاه به رسمیت شناختن

**چارلز ام. تیپتون**[1]

## مقدمه

در دوران ماقبل تاریخ، فعالیت ورزشی راهی برای زندگی و ضرورت زیستن بود. با وجود این، زمانی که انسان «متمدن» شد و در مناطق جغرافیایی گوناگون جهان، فرهنگهای گوناگون رو به تکامل نهادند، این نقش تغییر یافت. صرف نظر از تأثیر فرهنگ، دو دلیل مهم این «تغییر نقش» عبارت بودند از: بروز بیماریها و مفهوم رشد سلامتی.

در سال ۱۵۴۲، ژان فرنل[2]، پزشک و اخترشناس فرانسوی (۱۴۹۷ـ۱۵۵۸)، اصطلاح فیزیولوژی را برای توصیف عملکرد بدنی به کار برد (۱) و بیش از سیصد سال بعد، ویلیام اچ. بایفورد[3] اصطلاحات فیزیولوژی و فعالیت ورزشی را برای نخستین بار در نشریه‌ای علمی به کار برد (۲). خوانندگان باید بدانند که واژه «فیزیولوژی» از واژه یونانی physis، به معنای طبیعت [ویژگیها]، مشتق شده است و بقراط و گالن[4] [جالینوس] آن را به معنای حالتی از ویژگیها یا عملکرد یک ارگانیسم ـ به عنوان یک کل ـ به کار برده‌اند (۳). دلیل استفاده فیلسوفان و پزشکان یونانی از این واژه ریشه در این مفهوم داشت که ارگانیسم زنده، در شرایط طبیعی، در درجه اول به عنوان واحد بی‌نقص (سالم) عمل می‌کند، حال آنکه وظایف بخشهای آن تابعی از عملکرد کلی است. بنابراین، هر قدر ارگانیسمی یکپارچه‌تر و کلی‌تر عمل کند، سالم‌تر است. با وجود این، هر قدر بخشهای آن ارگانیسم مستقل از عملکرد کلی خود کار کنند، ارگانیسم ناسالم‌تر می‌شود (۳). بنابراین، حلقه ارتباطی مهم فیزیولوژی با دوران باستان (دوره‌ای که با مرگ گالن پایان یافت) ریشه در این باور داشت که سلامتی زمانی وجود دارد که بیماری نباشد (۴). این دیدگاه باستانی تا شروع قرن بیستم پابرجا بود. ویژگی گیرای دوران باستان آن است که آثار فیزیولوژیایی فعالیت ورزشی چگونه به عنوان منشأ تندرستی تلقی و پذیرفته شد.

---

1. Charles M. Tipton
2. Jean Fernel
3. William H. Byford
4. Hippocrates and Galen

هدفهای این فصل عبارت‌اند از: ارائه پیشینه‌ای تاریخی از این اندیشه که فعالیت ورزشی برای وضعیت تندرستی فرد مهم است و شناسایی باورها، مشاهدات و یافته‌های باستانی و پژوهشگران اولیه درباره آثار کوتاه‌مدت و بلندمدت فعالیت ورزشی که در قالب مفاهیم فیزیولوژیایی شکل گرفت و تکامل یافت و با آغاز شناسایی فیزیولوژی فعالیت ورزشی به عنوان رشته علمی عجین شد. در نظر داشته باشید که برای به رسمیت شناخته شدن یک رشته باید مجموعه فراوانی از دانش و موضوعات درسی موجود باشد و آن‌طور که شایسته است سازمان یابد تا به عنوان رشته‌ای رسمی در محیطی آموزشی ارائه گردد (۵). به علاوه، یک کتاب درسی علمی مرجع باید همچون منبع برین برج در دسترس باشد (۲).

## مشارکت تمدنهای رودخانه‌ای

### نمای کلی

مردم باستان از راه فعالیت ورزشی از افریقای مرکزی به سواحل رودهای دجله، فرات، نیل، ایندس و زرد، که نخستین تمدنها در آنجا شکل گرفتند مهاجرت کردند (۴). هرچند همه آنها سهم بارزی در پیدایش فرهنگ و رسوم آن از جمله فعالیتهای ورزشی داشتند، تنها آن دسته از تمدنهایی که نزدیک رودهای ایندس و زرد بودند سهمی در فیزیولوژی فعالیت ورزشی دارند (۴).

### تمدن رودخانه ایندس هند

در دهه ۱۹۲۰، در حفاریهای باستان‌شناختی در دره ایندس، تمدن باستانی ایندس کشف شد که صاحب‌نظران و مورخان معتقدند پیش از عصر کربن و ۳۳۰۰ سال پیش از میلاد وجود داشته و با تمدنهای مزوپوتامیا[1]، مصر و چین (۴ و ۷) معاصر بوده است. کاوشها نشان از فرهنگی داشت که وقتی در معرض بیماریهای بی‌شماری از جمله تصلب شرایین، استئومیلیت، سرطان، مسموم شدن با فلزات، و غیره قرار می‌گرفت، به بهداشت فردی، بهداشت عمومی و مراکز بهداشتی روی می‌آورد. کاوشها ضمناً مجسمه‌هایی را کشف کردند که افراد را در حال اجرای حرکات یوگا نشان می‌دادند.

چند هزار سال بعد یا ۱۵۰۰ سال پیش از میلاد، همان‌طور که در قدیمی‌ترین متون جهان، یعنی ۱۰۲۸ سرود نیایش رگودا (ریگودا)[2]، مشهود است، علاقه به بهداشت و مراجعه به مراکز بهداشتی رواج داشته است (۸). با وجود این، هنگامی که بیماری رخ می‌داد، آن را نتیجه ارواح شیطانی می‌دانستند که ریشه در خشم یا حق تصرف خدایان یا الهه‌گان یا جادوی دشمنی زنده یا مرده داشت. به علاوه، زمانی که سلامتی بازمی‌گشت آن را خواست خدایان می‌شمردند و ارتباط کمی بین آن و فرایند بازیافت [بهبودی] قائل بودند (۹).

بین ۱۵۰۰ تا ۸۰۰ سال قبل از میلاد، فیلسوفان و پزشکان ناشناسی مکتب تریدوزا[3] (با عنوان تری‌دیوتا[4] نیز ثبت

1. Mesopotamia
2. Rgveda (Rig-Veda)
3. Tridosa
4. Tridhatu

شده است) را پایه‌ریزی کردند (۱۰)، که به شرح ارتباط بین بیماری و سلامتی یا زندگی و مرگ کمک کرد (۱۰ و ۱۱). این مکتب نشان می‌داد عناصر آب، آتش، خاک و هوا مسبب شکل‌گیری بدن انسان‌اند. این عناصر با سه ماده مغذی (مشتق از باد، خورشید و ماه) وارد تعامل می‌شوند که بعدها به شکل مخلوطی (اخلاط) از هوا، صفرا و بلغم تغییر شکل می‌دهند که به ترتیب وایو[۱]، پیتا[۲] و کافا[۳] نامیده شدند (۱۱). بعدها، خون به عنوان عنصر چهارم به آن سه اضافه شد (۱۱). از نظر فیزیولوژیایی، وایو مسئول حرکت، فعالیت یا دستگاههای واکنشی (دستگاه عصبی‌سمپاتیکی)، حفظ تنفس حیاتی، افزایش گوارش، حرکت شیرابه[۴] و خون در سرتاسر بدن برای تداوم زندگی بود. پیتا تولید رنگ‌دانه‌های مترشحه از کبد و طحال را زیاد می‌کرد، سوخت‌وساز و تولید گرما را افزایش می‌داد و به حرکت مایعات به درون قلب و به بیرون از آن کمک می‌کرد (۱۰ و ۱۱)، در حالی که کافا رشد را ارتقا می‌داد، مایعات را در سرتاسر بدن جابه‌جا می‌کرد، دستگاههای حسی را با مایعات می‌شست و قدرت، استقامت و «عملکرد سلامتی بدن» را افزایش می‌داد (۸، ج ۱، ص ۱۲).

| خودآزمایی |
| --- |
| سهم تمدن رود ایندا‌س در فیزیولوژی فعالیت ورزشی چه بود؟ |

ریگودا سروده‌ای دارد که به آسوینز[۵] (خدایان دوقلوی طب) فرمان می‌دهد «از سلامت سه خلط محافظت کند» که به عنوان شاهدی برای بحث تاریخی بین دانشمندان هندی و یونانی درباره منشأ نظریه اخلاطی[۶] از آن یاد می‌شود (۸، ج ۱، ص ۹۵).

مفاهیم ذاتی مکتب تریدوزا عبارت بودند از: الف) وایو، پیتا و کافا همه عملکردهای بدن را کنترل و تنظیم می‌کردند، ب) مخلوطها به خودی خود افزایش یا کاهش نمی‌یافتند ـ بلکه آنها باید جابه‌جا یا به هم ریخته می‌شدند، و ج) بیماری زمانی رخ می‌داد که آنها جابه‌جا می‌شدند و سلامتی هنگامی غلبه داشت که آنها در حالت تعادل بودند (۱۰ـ۱۲). گذشته از بیماری، شرایطی که می‌توانست تعادل بین مخلوطهای گوناگون را تغییر دهد عبارت بودند از: آب و هوا، غذا، سموم، اختلالات روانی، زندگی کم‌تحرک، خستگی، و فعالیت ورزشی (۱۱ و ۱۲).

| خودآزمایی |
| --- |
| چرا مکتب تریدوزا و نظریه اخلاطی در تاریخچه فیزیولوژی فعالیت ورزشی اهمیت دارند؟ |

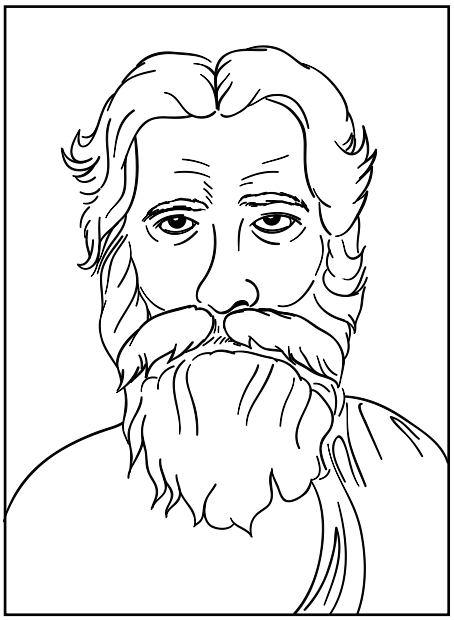
۱. vayu: وایو از خدایان هند و سمبل باد در اساطیر هند است که چهره‌ای دوگانه دارد، خوب و بد، زیرا باد از هر دو جهان می‌گذرد ـ مترجم.

2. pitta
3. kapha

۴. chyle: مایعی شیری که توسط رگهای لنفاوی از غذای موجود در روده برداشت می‌شود و شامل لنف و چربی تری‌گلیسرید (شیلومیکرون) به صورت یک امولسیون پایدار است و از راه مجرای سینه‌ای به درون سیاهرگها ریخته و با خون مخلوط می‌شود ـ مترجم.

5. Aswins
6. humoral theory

### *میراث ساسروتا (ساشروتا)*



**شکل ۱ـ۱** ساسروتای هندی (سال ۶۰۰ ق.م)، که فعالیت ورزشی را برای برقراری تعادل بین دوساها پیشنهاد کرد.

هرچند حیات و دوران ساسروتا عناصری از اسطوره‌شناسی و مباحثه دارد، وی (شکل ۱ـ۱)، پزشک اصیل هندی قلمداد می‌شود که جراحی و پزشکی را در دانشگاهی در بنارس[1] در ششصد سال پیش از میلاد تدریس می‌کرد (۱۳). وی نه‌تنها به خاطر مشارکت در بنای علم پزشکی و جراحی و خدماتش در این حوزه در هند ستوده می‌شد (۱۲، ۱۴ و ۱۵)، بلکه به دلیل مشارکت در چشم‌پزشکی (۱۶) و اورولوژی (۱۷) نیز تحسین می‌گردید.

ساسروتا این مفهوم باستانی عناصر را پذیرفت و مدافع قوی مکتب تریدوزا بود. وی معتقد بود روش زندگی کم‌تحرک فاقد فعالیت که با دوره‌های طولانی خواب و خوردن غذا و مایعات بیش از حد همراه باشد، دوسای[2] کافا را تا حد زیادی بالا می‌برد که تعادل بین دوساها را مختل می‌کند و به حالت بیماری منجر می‌شود. در نتیجه، وی برای پیشگیری از رخداد بیماریهای کافا فعالیت ورزشی را توصیه کرد (۱۲ـ۱۴). وی ضمناً فعالیت ورزشی را در شرایط چاقی توصیه کرد، زیرا چاقی بر اثر افزایش دوسای وایو بود که به مایع شیری لنف وابسته بود. از سوی دیگر، وی خاطرنشان کرد «وایو می‌تواند با کار سخت، حمل بارهای سنگین و حرکات خشن تغییر کند» (۱۱). این حقیقت که ساسروتا نخستین پزشکی بود که فعالیت ورزشی را به افراد مبتلا به دیابت، که به عنوان بیماری دستگاه ادراری طبقه‌بندی شده بود، توصیه کرد به ندرت در متون علمی مربوط به دیابتیها ذکر شده است (۱۲). وی ضمناً باور داشت که فعالیت ورزشی بیش از حد می‌تواند موجب سرفه، تب و استفراغ شود و به بیماریهایی مانند سل ریوی، سل، آسم و مرگ بالقوه منجر گردد (۱۲).

فعالیت ورزشی به صورت «احساس خستگی ناشی از کار بدنی که هر روز باید اجرا شود» تعریف می‌شد (۱۲، ص ۴۸۵) و راه رفتن، دویدن، پریدن، شنا کردن، زیر آب رفتن (شیرجه زدن)، یا فیل‌سواری و نیز شرکت در فعالیتهایی مانند کمان‌گیری، کُشتی، و پرتاب نیزه را شامل می‌گشت (۱۲). وی نخستین پزشکی بود که فعالیت ورزشی را تجویز کرد و گمان می‌کرد فعالیت ورزشی متوسط باید تا حدی باشد که فرد را وادار به تنفس سخت کند، اما هرگز افراطی در آن نباشد، زیرا می‌تواند به مرگ منجر شود. قبل از تجویز فعالیت ورزشی باید سن، قدرت بدنی، جثه و رژیم غذایی در نظر گرفته شوند (۱۲).

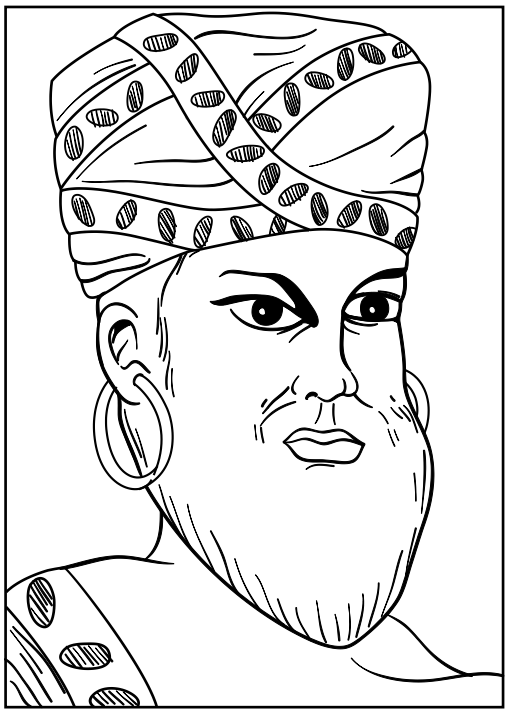
ساسروتا همچنین از فعالیت ورزشی متوسط به این دلیل پشتیبانی می‌کرد که معتقد بود به رشد دست و پا کمک می‌کند، توده عضلانی، تنومندی، قدرت، استقامت، سفتی (تون)، و مقاومت در برابر خستگی را افزایش می‌دهد، چاقی را کاهش می‌دهد، گوارش را بهتر می‌کند و به هوشیاری ذهنی، حافظه و «تیزهوشی» کمک می‌کند (۱۲).

---

1. Benares

۲. dosa: پنکیک یا کرپ تهیه‌شده از برنج له‌شده و عدس سیاه و سفید که در جنوب هند بسیار محبوب است ـ مترجم.

### میراث کاراکا



**شکل ۲ـ۱** کاراکای هندی (سال ۲۰۰ ق.م) که مدافع فعالیت ورزشی در درمان دیابت بود.

کاراکا[1] (شکل ۲ـ۱) در هند به دلیل نوشته‌های باستانی و مشارکت در پزشکی به اندازه ساسروتا مشهور است و دستاوردهای او در پزشکی کاملاً پذیرفته شده بود، هرچند دودلیهایی در عصر او رواج داشت. با استفاده از تحقیقاتی که برای شناخت دوره ساسروتا انجام شد، دوران کاراکا دویست سال قبل از میلاد تعیین شده است (۱۳).

بررسی دقیق سامیتا[2]ی وی (۱۸، ص ۳۹) دیدگاههایی مشابه ساسروتا را نشان می‌دهد، به ویژه اینکه «به هم خوردن تعادل عناصر بافتها نشانه بیماری است، در حالی که حفظ تعادل نشانه سلامتی است». به علاوه، وی از فعالیت ورزشی متوسط حمایت می‌کرد، فعالیت را برای تسکین دوساها «به ویژه کافا» توصیه می‌کرد (۱۸، ص ۱۵۲)، و باور داشت که فعالیت ورزشی دیابت را درمان می‌کند (۱۹). او هشدار داده است که فعالیت ورزشی بیش از حد می‌تواند به تنگی نفس، بیماریهای قلبی و معدی ـ روده‌ای و خون‌ریزی اندامها منجر شود. سرانجام، او نوشت که فعالیت ورزشی درازمدت از قلب محافظت می‌کند، ظرفیت کار را افزایش می‌دهد، موجب لاغری می‌شود و درد را به حداقل می‌رساند، در حالی که گوارش، عرق‌ریزی و تنفس را افزایش می‌دهد (۱۸).

### تمدن رودخانه زرد چین

مطابق با باتیا[3]ی پزشکی تاریخی (۹)، بین امپراتوری شانگ[4] (۱۸۰۰ـ۱۰۰۰ ق.م) و انتصاب امپراتورها (سال ۲۲۱ ق.م)، سلامتی چینیهای باستان در اصل با فرهنگی از خدایان، اجنه، شیاطین و ارواح تعیین می‌شد. بیماری برخاسته از اجنه و شیاطینی بود که بدن را تسخیر می‌کردند و خلاصی از آنها به خواندن ورد، طلسم و نذر نیاز داشت. هنگامی که درمان یا بازیافت [بهبودی] رخ می‌داد، به حضور نیروهای ماوراءالطبیعه نسبت داده می‌شد.

در امپراتوری شانگ، بیماری به نفرین اجداد یا تنبیه برای انجام گناهی نسبت داده می‌شد که فرد مبتلا مرتکب شده بود و برای خلاصی به خواندن وردها، غیب‌گویی و گیاه‌درمانی نیاز بود. در مورد برخی بیماریها، حرکات تنفسی موزون توأم با حرکات دست توصیه می‌شد که باید به مدت چند ماه در کنار چند درمان دیگر انجام می‌شد (۲۰ و ۲۱).

---

1. Caraka (Charaka)
2. Samhita
۳. Bhatia: دیدگاههای مردمان ساکن شمال غرب هند و پاکستان ـ مترجم.
4. Shang

با وجود این، مدارکی دال بر تشویق کردن به فعالیت ورزشی برای سایر بیماریها یا اختلالات وجود ندارد. سلسله چو[1] (۱۰۵۰ـ۲۵۶ ق.م) در پی افول امپراتوری شانگ ظهور کرد که با مکتب عناصر پنج‌گانه، مذهب تائوئیسم[2] و مکتب یین ـ یانگ[3] ارتباط دارد.

برخلاف دیدگاههای ساکنان دره رودخانه ایندس، چینیهای باستان معتقد بودند که بدن انسان به نسبت از عناصر فلز، چوب، آب، آتش و خاک تشکیل می‌شود که اتحاد آنها زندگی را پدید می‌آورد و جدایی آنها به معنای مرگ است (۹). وقتی نسبتها در تعادل بودند، فرد تندرست به شمار می‌آمد، اما اگر آنها «نامتعادل» بودند، فرد در معرض خطر ابتلا به بیماری بود (۹).

چینیهای باستان که از «روش تائو[4]» پیروی می‌کردند برای دستیابی به جاودانگی و زیستن طولانی‌تر، حرکات تنفسی عمیق را برای دفع [خروج] «هوای بد» از بدن انجام می‌دادند. سندی در تأیید سایر فعالیتهای ورزشی، که هدفشان خروج هوای بد از بدن باشد، وجود ندارد. چنان‌که ذکر شد، مکتب یین ـ یانگ با روی کار آمدن سلسله چو ظهور کرد. طبق این مکتب، کائنات با اقدامی خدایی خلق نشده است، بلکه با فرایند خودمولدی طبیعت به وجود آمده است که طبق اصول دوگانه یین و یانگ عمل می‌کند و این یعنی آنکه «اصل یین و یانگ اساس همه کائنات است. این اصل اساس آفرینش همه چیز است. این اصل موجب دگرگونی تا ظهور والدینی می‌شود؛ این اصل ریشه و منبع زندگی و مرگ است» (۲۲). در نتیجه، همه اشیاء، رخدادها و پدیده‌ها و بدن انسان، که از سه بخش یین و سه بخش یانگ تشکیل می‌شوند، ترکیبی از این اصول‌اند. یانگ با تندرستی و زندگی ارتباط داشت، در حالی که یین با بیماری و مرگ شناخته می‌شد (۲۲).

| **خودآزمایی** |
| --- |
| سهم تمدن رود زرد در فیزیولوژی فعالیت ورزشی چیست؟ |

### *میراث هوآ تو*

در دوره سلسله هان شرقی (۲۵ــ۲۲۰ م) و تا زمان فوت جالینوس، مهارتهای جراحی هوآ تو[5] او را نخستین جراح مشهور چینی بار آورد (شکل ۳ـ۱). وی از فعالیت ورزشی به دلیل تأثیر یانگ آن حمایت کرد و مرتب به شاگردانش می‌گفت: «بدن به فعالیت ورزشی نیاز دارد، اما نباید تا حد درماندگی فعالیت ورزشی کرد، زیرا فعالیت ورزشی هوای بد درون سیستم را به خارج می‌فرستد، به گردش آزاد خون کمک می‌کند و از بیماری پیشگیری می‌کند» (۲۳،

1. Chou
2. Taoism
3. Yin-Yang
4. Tao
5. Hua T'o

ص ۵۴). وی علاوه بر تندرستی از نقش فعالیت ورزشی برای قدرتمند شدن پاها، سبکی بدن، تقویت گوارش و کاهش سالخوردگی حمایت می‌کرد. او نیز مانند همتایان خود در هند، مخالف انجام فعالیت ورزشی بیش از حد به دلیل آثار زیان‌بار آن بود. وی برای دستیابی به آثار فعالیت ورزشی، طرف‌دار انجام حرکاتی (جست‌وخیز) بود که مشابه آنها را گوزنها، ببرها، میمونها و پرندگان انجام می‌دادند.

«حرکات جست‌وخیزی» که به هوآ تو نسبت داده می‌شود با توصیفهای حرکات دائویین تائو[1] و نقاشیهای دست‌نوشته‌های پزشکی ماوانگ دویی[2] استان هونان[3] شباهتهایی دارد که با دوره تقریباً دویست سال قبل از میلاد مقارن است (۲۴). ترجمه‌های هارپر[4] واژه‌های «کشش پرنده، کشش جوجه، پرش بوزینه، گوش کردن درنا، کوهنوردی خرس و شکار قوش» را برای توصیف حرکات دربر دارد، اما خاطرنشان می‌کند که آنها برای اهداف درمانی و برای به حداقل رساندن درد دنده‌ها، ورم مغبنی (کشاله ران)، نفخ شکم، درد پشت گردن و گرمای بیش از حد داخلی انجام می‌شدند (۲۴).

**شکل ۳ـ۱** هوآ تو چینی (۲۵ـ۲۲۰ م) که فعالیت ورزشی را برای ارتقای سلامتی و پیشگیری از بیماری تشویق می‌کرد.

## مشارکتهای یونان

### نمای کلی

یونان باستان با تمدن مینوان[5] (۳۰۰۰ـ۱۱۰۰ ق.م)، تمدن مایسنایین[6] (۱۵۵۰ـ۱۰۵۰ ق.م) و یک دوره کلاسیک (۴۹۰ـ۳۲۳ ق.م) (۲۵) ارتباط دارد. این ساکنان به طور کلی با عنوان هلانسها[7] (یونانیها) شناخته می‌شدند و نماینده اقوامی با لهجه‌ها، رسوم و سازمانهای اجتماعی گوناگونی بودند که این منطقه را در فاصله سالهای ۱۳۰۰ تا ۱۱۰۰ قبل از میلاد با مهاجرت خود تصرف و مستعمره کردند. دوریانها[8] دولت ـ شهر اسپارت[9] را بنا نهادند و آیونیانیها[10] آتن را تأسیس کردند.

1. Daoyin Tu
2. Mawangdui
3. Hunan
4. Harper
5. Minoan
6. Mycenaean
7. Hellenes
8. Dorians
9. Sparta
10. Ionians

همانند فرهنگهای گذشته، روحانیون و پزشکان هلانسی (یونانی)، بیماری و ناخوشی را با تنبیه (خشم) یک یا چند الهه مرتبط می‌دانستند، در حالی که شفا، سلامتی و مصونیت از بیماری را از الهه‌های دیگری طلب می‌کردند. در هلانس، زئوس[1] خداوند متعال بود، آتنا[2] دختر زئوس با قدرتهای شفابخش سازگار بود و آپولو[3] پسر زئوس بود که می‌توانست بیماری را تحمیل کند و سبب مرگ طبیعی مردان شود، در حالی که خواهر او آرتمیس[4] قدرتی مشابه اما در مورد زنان داشت. هنگامی که آسلپیوس[5] الهه شد، به عنوان خدای طبیب شفابخش و پسر آپولو به شمار رفت. دختران او هایجیا[6] و پاناسی[7] به ترتیب الهه‌های سلامتی و درمان شدند (۲۰).

خوانندگان باید بدانند بازیهای ورزشی رقابتی در المپیا بین سالهای ۱۳۷۰ و ۱۱۴۰ قبل از میلاد و نیز در سال ۷۷۶ پیش از میلاد برنامه‌ریزی شدند (۲۶). با این حال، اطلاعات ارزشمندی وجود ندارد که نشان دهد توصیه‌هایی درباره چگونگی بهتر شدن عملکرد وجود داشته است یا به رقابت‌کنندگان توصیه‌ای شده باشد. هومر[8] (سال ۷۵۰ ق.م) جزئیات قابل توجهی درباره ماهیت ترفند (بازی)های خاک‌سپاری پاتروکلوس[9] در جریان جنگ تروجان[10] ارائه کرده است (سال ۱۲۵۰ ق.م)، با وجود این، هیچ‌گونه نوشته‌ای وجود ندارد که به تمرین یا روشهای تمرینی اختصاص یافته باشد (۲۷).

**دولت ـ شهر اسپارت و رسوم آن**

دوریانها، که اسپارت را تأسیس کردند، خواستار شکلی از شورای حکومتی با قانون اساسی و دستگاهی آموزشی بودند که هدف اصلی آن «ایجاد و حفظ ارتشی از متخصصان باشد که هر لحظه آماده دفاع باشند و بتوانند با هر نوع آشوب داخلی و هجوم خارجی مقابله کنند» (۲۸، ص ۱۶۵). در اصل، اسپارتی فردی بود با ویژگی سرباز حرفه‌ای که آموزشهای او باید در جهت به دست آوردن آمادگی جسمانی زیاد و اطاعت از مافوقش باشد. آنها نیز مانند هلانسها انتظار داشتند خدایانشان آنها را از مرگ و بیماری محافظت کنند. سلامتی یعنی از نظر جسمی سالم بودن و کودکانی که غیرسالم بودند در جایی با نام آپوتتا[11] برای مردن رها می‌شدند. از مردان انتظار می‌رفت جنگجویانی تندرست و زنان سالم نیز مادران این جنگجویان تندرست باشند. امکان شرکت در فعالیتهای آمادگی و رقابتهای ورزشی برای زنان و مردان وجود داشت و فقط در اسپارت و چویس[12] از زنان انتظار می‌رفت تا با مردان در کشتی رقابت کنند (۲۹).

کودکان بعد از ۷ سالگی خانه‌هایشان را برای زندگی با هم‌گروههای سنی خود در سربازخانه ترک می‌کردند،

1. Zeus
2. Athena
3. Apollo
4. Artemis
5. Asclepius
6. Hygeia
7. Panacea
8. Homer
9. Patroclus
10. Trojan
11. Apothetae
12. Chios

که تا بزرگسالی و ازدواج در آنجا می‌ماندند. هرچند آموزش آنها شامل هنر، موسیقی و ژیمناستیک بود، در اصل بر جنگجو شدن تمرکز می‌شد.

تأکید آنها برای حضور در ورزشها و بازیهای رقابتی اجتناب‌ناپذیر بود. هرچند رکوردهای المپیک نشان می‌دهند اسپارتها شرکت‌کنندگان و برندگان همیشگی بودند، اما چگونگی آمادگی برای انجام مسابقات ناشناخته است. اما اطمینان در این است که تواتر کار را زیاد، شدت کار را سنگین و مدت کار را طولانی فرض کنیم (۲۸ و ۳۰). گذشته از تمرکز بر آمادگی جسمانی، اسپارتها سهم اندکی در بنیان و پدید آمدن فیزیولوژی فعالیت ورزشی داشتند.

| خودآزمایی |
| --- |
| سهم دولت ـ شهرهای اسپارت و آتن را در فیزیولوژی فعالیت ورزشی مقایسه کنید. |

**ظهور مفاهیم فیزیولوژیایی در یونان**

تالس[1] (۶۳۹ـ۵۴۴ ق.م) مدرسه‌ای در میلتوس[2] تأسیس کرد و در آن آموزش می‌داد که آب عنصر اصلی در زندگی گیاهان و جانوران و در عین حال منشأ زمین و هواست (۳۱). آناکسی‌ماندر[3] (۶۱۱ـ۵۴۷ ق.م) معتقد بود منشأ همه موجودات زنده از جمله انسان آب بوده است (۳۲). آناکساگوراس[4] (۵۰۰ــ۴۲۸ ق.م) نیز معتقد بود منشأ زندگی از «رطوبت» است، اما بیماری قبل از ورود به رگهای خونی، ریه‌ها و پرده جنب، از صفرا سرچشمه می‌گیرد (۳۲). از سوی دیگر، آناکسی‌منز[5] (۶۱۰ـ۵۴۵ ق.م) معتقد بود که هوا مقدس و مسئول ماده، حرکت و حیات است (۳۲). فیثاغورس[6] (۵۷۰ـ۴۹۰ ق.م) مدرسه‌ای تأسیس کرد و بنیان عناصر و اجزاء کیفی را بر نظریه اخلاط نهاد. وی از پذیرش این عقیده که خدایان مسئول همه بلاها و بیماریها هستند امتناع کرد و این مفاهیم را ارتقا داد: الف) همه بیماریها و عملکردهای بدنی ریشه در رفتارهای نادرست دارند، و ب) سلامتی وضعیتی از هماهنگی (تعادل) بین عناصر، کیفیتها یا تمایلات متضاد است. افزون بر این، وی مدافع راه رفتنهای طولانی و شرکت در رویدادهای دویدن، کشتی گرفتن، پرتاب دیسک و مشت‌زنی برای به دست آوردن این هماهنگی بود (۳۳).

آلک‌مائون[7] (سال ۵۰۰ ق.م)، فارغ‌التحصیل مدرسه فیثاغورس، عنوان کرد: تندرستی نشانه تعادل بین طبایع رطوبت، حرارت، خشکی، شیرینی، تلخی و مانند اینهاست، و بیماری تنها با غلبه یک طبع بر سایرین رخ می‌دهد. به علاوه، وی معتقد بود بیماریها با افراط و تفریط در غذا خوردن و نوشیدنیها، افزایش گرمی و سردی، وجود خلط در مغز، صفرا و سودا در خون، محتویات مغز استخوان و مشکلات شخصی پدید می‌آیند. همچنین بر این باور بود که

1. Thales
2. Miletus
3. Anaximander
4. Anaxagoras
5. Anaximenes
6. Pythagoras
7. Alcmaeon

خستگی جسمی می‌تواند منجر به بیماری شود (۲۰).

اِمپدوکلس[1] (۵۰۴ـ۴۴۳ ق.م) که خود نیز از مریدان فیثاغورس بود به دفاع از این نظریه پرداخت: عناصر آتش، آب، خاک و هوا (اتر) برای تشکیل جسم انسان ضروری‌اند و تغییر شکل بین عناصر و کیفیتها (صفات) فارغ از آفرینش یا مرگ رخ می‌دهد (۳۴).

با گذشت زمان، این تغییر شکلها بین عناصر و صفات به سیالات تبدیل شدند که آنها را اخلاط می‌نامیدند، گرما + رطوبت = خون، گرما + خشکی = صفرا (زردآب)، سرما + رطوبت = بلغم، و سرما + خشکی = سودا (۳۴ و ۳۵، ص ۷۷). حدود سال ۴۴۰ پیش از میلاد فیلوس[2] مطرح کرد که تغییرات خون، صفرا، و بلغم علل بیماریهاست (۳۶).

**ژیمنازیومها، مربیان و بازیهای پان‌هلانسی**

ژیمنازیومها[3] که به آپولو نسبت داده می‌شدند، پیش از سال ۶۰۰ قبل از میلاد در آتن و اسپارت ایجاد شدند و در عصر بقراط و افلاطون (۳۷) بسیار رونق داشتند. آنها مؤسساتی عمومی بودند و استادیومهایی داشتند، و در آنها به دانش‌آموزان ثروتمند زیر شانزده سال موسیقی، دستور زبان و ژیمناستیک (دویدن، کشتی گرفتن، مشت‌زنی، پرتاب نیزه و دیسک، و پرش) تعلیم داده می‌شد (۳۷). از ژیمنازیومها به عنوان مکانی برای مباحثه بین بزرگسالان و پیش‌کسوتان و محل تمرین رویدادهای ورزشی نیز استفاده می‌شد (۳۷). پزشکان به عنوان سرپرست (ژیمناسیارک)[4]، کمک‌سرپرست (ژیمناست) و یاتروليپتس[5] خدمت می‌کردند و وظایفشان عبارت بودند از: تجویز نسخه، انجام معاینات، ماساژ دادن، جا انداختن دررفتگی اعضا و مشاوره به مربیان در انجام فعالیتهای ورزشی ژیمناستیک برای دستیابی به بدنی سالم (۳۸). در کل، پزشکان ژیمنازیومها برای حفظ سلامتی فعالیت ورزشی را به معالجه پزشکی ترجیح می‌دادند (۳۹). این موضوع درخصوص هرودیکوس سلیم‌بریا[6] (سال ۴۸۰ ق.م) صدق می‌کرد که پدر ژیمناستیک‌درمانی بود (۴۰) و فعالیتهای ورزشی پیچیده‌ای را توصیه می‌کرد که انجام آنها مستلزم آشنایی با علم هندسه بود و به بقراط نیز درباره تجویز فعالیت ورزشی سفارش می‌کرد. بقراط و به ویژه افلاطون وی را به دلیل دفاع از فعالیتهای ورزشی شدید و پرمخاطره مورد انتقاد قرار دادند (۴۱).

در بازیهای ورزشی پان هلانسی که در دره المپیا برگزار می‌شد و در قرن پنجم به اوج خود رسید مربیان کارآزموده حضور داشتند. بسیاری از رقابت‌کنندگان در استادیومهای وابسته به ژیمنازیومها به تمرین می‌پرداختند. هرچند بقراط، افلاطون و جالینوس که در دانش این مربیان تردید داشتند احترام چندانی برای توصیه‌های آنها قائل نبودند، مربیان همچنان ورزشکاران را به تکرار حرکات، اِعمال بار فزاینده برای افزایش قدرت (خم کردن میله‌های

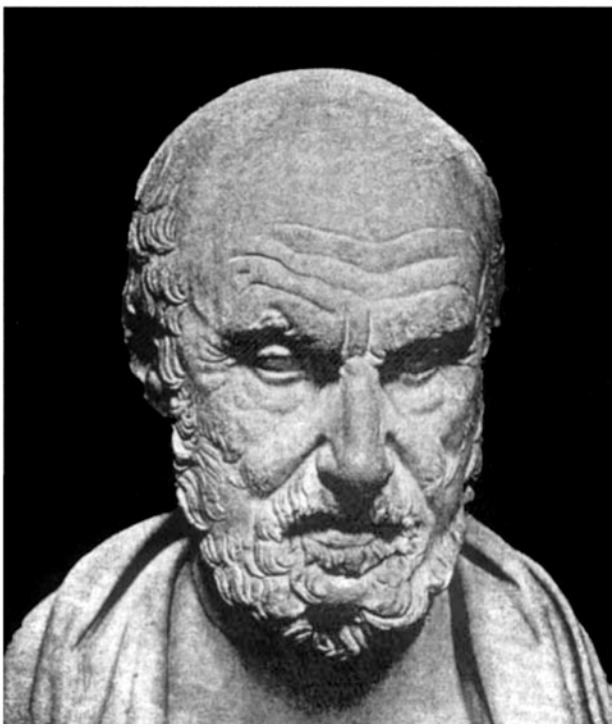
1. Empedocles
2. Philolaus
3. gymnasiums
4. gymnasiarch
۵. iatroliptes: پزشکان یا افرادی بودند که وظیفه تهیه نسخه، انجام حجامت و ماساژ، کاهش جابه‌جایی و توصیه به فرد آسیب‌دیده را برعهده داشتند ـ مترجم.
6. Herodicus of Selymbria

آهنی، کشیدن واگنهای یوغ‌شده به حیوانات، بلند کردن جعبه‌های سنگین، سنگها یا حیوانات بسیار سنگین)، در دست گرفتن وزنه در زمان پرشها، تعقیب حیوانات برای افزایش سرعت، پرتاب نیزه‌های سنگین‌تر، و دویدن روی ماسه در مسافتهای طولانی برای افزایش استقامت توصیه می‌کردند (۴۲ـ۴۴).

تا زمان جالینوس، مربیان سیستم چهارگانه چهار روزه‌ای را ترویج می‌کردند که شامل آماده‌سازی، تمرکز، استراحت و کمال بود. در اولین روز، ورزشکار باید جلسات فعالیت ورزشی مختصر ولی شدیدی را با هدف «آماده‌سازی» خود برای فعالیتهای روز بعد انجام می‌داد. روز دوم به انجام کارهای خیلی شدید (بیشینه)، که به درماندگی ورزشکار می‌انجامید، اختصاص داشت. در روز سوم، ورزشکار وقت خود را به استراحت و بازسازی و تفریح می‌گذراند، در حالی که در روز چهارم، شدت تمرین معتدل و با سطح کامل مهارت همراه بود. پس از مرگ جالینوس، این روش تمرینی به دلیل انعطاف‌ناپذیری و غیرفردی بودن (۴۴) به شدت مورد انتقاد فیلوستراتوس[1]، نویسنده یونانی، (۱۷۰ـ۲۴۷ م) قرار گرفت.

### میراث بقراط

بین سالهای ۴۶۰ـ۳۷۰ پیش از میلاد، ۷۶ کتاب درباره پزشکی یونان به رشته تحریر درآمدند که همگی تحت عنوان کورپس هیپوکراتیکم[2] [مشتق از نام یونانی بقراط] نامیده می‌شدند. همه این کتابها منتسب به بقراط از شهر کاس[3] هستند، هرچند اصالت همه آنها به اثبات نرسیده است (شکل ۴ـ۱) (۴۵). بنابراین، تناقضات، نقایص و سردرگمیهای مربوط به متون وی نباید باعث ناراحتی بیش از حد خوانندگان شود. با وجود این، هیچ ابهامی درباره نقش وی در جدا کردن پزشکی از فلسفه، مذهب و جادوگری یا معرفی پزشکی منطقی (عقلانی)، یا در نظر گرفتن او به عنوان پدر پزشکی علمی وجود ندارد (۴۵ـ۴۷).

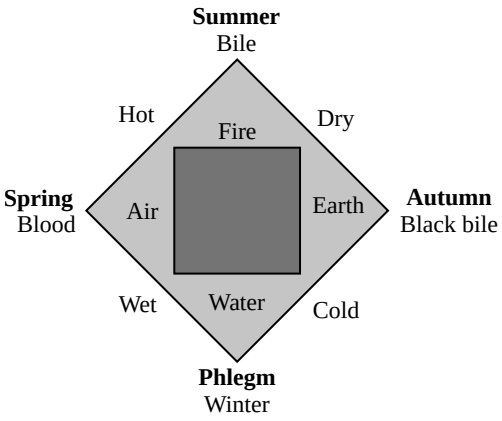


**شکل ۴ـ۱** بقراط از اهالی کاس، پدر پزشکی علمی که به نویسندهٔ نظریه اخلاط معروف است. وی فعالیت ورزشی را برای رسیدن به تعادل همئوستازی ترویج می‌کرد.

او پیرو این نظریه بود که جسم انسان تعامل بین عناصر و صفات آنها را نشان می‌دهد، ولی بر این باور بود که آتش و آب عناصر مسئول‌اند (۳۶). او درباره بیماریها بسیار قلم‌فرسایی و ضمناً آنها را طبقه‌بندی کرد (حاد،

1. Philostratus
2. Corpus Hippocraticum
3. Cos

مزمن، بومی، و فراگیر) و نشان داد هوا، شرایط اقلیمی، فصلها، آب، بهداشت، تغذیه، مایعات و فعالیت ورزشی بیش از حد چگونه بر بیماریها تأثیر می‌گذارند (۳۶ و ۴۸). توضیحات او درباره اخلاط و ضرورت دستیابی به «تعادل» در بین اخلاط برای رسیدن به سلامتی و دوری از بیماری موجب شده‌اند که وی را بنیان‌گذار نظریه اخلاط بنامند (شکل ۵ـ۱) (۴۸). بقراط در بحث اخلاط به عنوان اصلی بنیادی اعتقاد داشت که طبیعت (physis) می‌تواند بیماری را التیام بخشد و دستیابی به تعادل برای رسیدن به آن حالت (سلامتی) ضروری است. شایان ذکر است بقراط از انجام فعالیت ورزشی حمایت می‌کرد، زیرا «خلط جمع‌شده می‌تواند گرم و رقیق شود و خودش را از بین ببرد» (۴۸، ص ۳۶۳). بنابراین، هنگامی که بیماری سل تشخیص داده می‌شد، از آنجا که نقشهای تکی یا جمعی بلغم، خون یا صفرا ظاهر می‌گشتند، فعالیت ورزشی با رژیم درمانی تجویز می‌گردید (۴۹). در حقیقت، باید از بقراط به عنوان اولین پزشکی یاد کرد که برای بیماران خود فعالیت ورزشی جامعی تجویز می‌کرد. نظریات وی درباره بیماریها نیز بسیار معروف‌اند. وی در کتاب *طبیعت انسان* می‌گوید: «آنهایی که افراط در فعالیت ورزشی دارند با استراحت درمان می‌شوند و آنهایی که افراط در سستی و کاهلی دارند با فعالیت ورزشی درمان می‌شوند» (۳۶، ص ۲۵).




**شکل ۵ـ۱** اجزاء نظریه اخلاط که به افلاطون منسوب است.

وقتی بقراط به فعالیت ورزشی اشاره می‌کند منظور وی راه رفتن، دویدن، کشتی گرفتن، تاب دادن دستها، حرکت شنای روی زمین، مشت زدن به سایه و ضربه زدن به توپ است (۵۰). هنگام تجویز فعالیت ورزشی، شدت حرکات معمولاً سبک یا متوسط بود و به ندرت حرکات سنگین یا افراطی توصیه می‌شد، زیرا معتقد بود خود به بروز بیماری منجر می‌شوند. وی همچنین باور داشت هوا برای زندگی بسیار ضروری است و مستلزم فرایندهای دم و بازدم است و ضمناً فعالیت ورزشی موجب افزایش تنفس می‌شود. افزون بر این، تنفس کردن سریع هنگام فعالیت ورزشی را روشی برای خنک کردن «گرمای درونی» موجود در قلب می‌دانست. او گرم کردن را توصیه می‌کرد و اعتقاد داشت دویدن سبب ایجاد گرما در اندام، ساخته شدن و تراکم آنها می‌شود، در حالی که فرایند هضم غذا را افزایش می‌دهد. دویدن «رطوبت بدن» را حذف می‌کند و اگر فرد لباس به تن داشته باشد ضمناً باعث می‌شود «پوست مرطوب‌تر» گردد. با وجود این، وی هرگز به این موضوع اشاره‌ای نکرد که آیا فعالیت ورزشی سبب افزایش حرارت درونی بدن می‌شود یا خیر. هرچند او به دردهای خستگی ناشی از فعالیت ورزشی کوتاه‌مدت اعتراف کرد، بر این باور بود که با تمرین می‌توان آنها را کاهش و تسکین داد (۳۶، ۴۸ و ۵۱). بقراط می‌دانست که عضلات پس از شکستگیها تحلیل می‌روند و فعالیت ورزشی (راه رفتن) میزان بافت تحلیل‌رفته را به حداقل می‌رساند (۵۲). او افزایش رشد و تکامل استخوانی، افزایش قد، افزایش توده و تون (سختی) عضلانی، و افزایش عملکرد ورزشی را به تمرین نسبت می‌داد. او نظر مساعدی به ورزشکاران نداشت و همان‌طور که پیش‌تر گفته شد، احترامی برای مربیان قائل نبود (۳۶).

**سایر افراد تأثیرگذار در عصر بقراط و پس از بقراط**

افلاطون از اهالی آتن (۴۲۷ـ۳۴۷ ق.م)، فیلسوفی برجسته و بنیان‌گذار آکادمی، از همکاران جوان بقراط بود که اعتقاد داشت سلامتی مستلزم وجود نظمی قاطع بین عناصر بدن است. اگر نظم موجود معکوس یا مختل شود، بیماری پدید می‌آید. در حقیقت، هر آنچه ناسالم تشخیص داده شود می‌تواند به حالت بیماری منجر گردد (۵۳ و ۵۴). او مفهوم شکلهای سه‌گانه روح را معرفی کرد: روح موجود در مغز (عقل = روح عقلانی)، روح موجود در قلب (روان = روح غیرعقلانی)، و روح موجود در کبد (شور و شهوت = روح غیرعقلانی). وی همچنین معتقد بود که جسم بر روح تأثیر می‌گذارد و بر ضرورت حفظ «نسبت متعادل» بین ذهن (روح) و جسم برای رسیدن به سلامتی و پرهیز از بیماری تأکید می‌کرد. برای دستیابی به این نسبت، به جنبش و حرکت نیاز داریم که فعالیتهای ژیمناستیکی (رقصیدن، کشتی گرفتن، راه رفتن، دویدن، مسابقه دوومیدانی، و قایق‌رانی) را شامل می‌شود. او درباره این ارتباط می‌نویسد: «ما نباید بدن را بدون روح یا روح را بدون بدن به حرکت درآوریم، و بنابراین، آنها هر دو علیه یکدیگر موضع می‌گیرند و سالم و کاملاً متعادل خواهند بود» (۵۳، ص ۵۱۱).

افلاطون نیز همانند بقراط اهمیت چندانی برای ورزشکاران قائل نبود و احساس می‌کرد اگر آنها از برنامه‌های خویش منحرف شوند، مستعد بیماری می‌گردند. بهترین دانش‌آموخته او ارسطو (۳۸۴ـ۳۲۲ ق.م) بود. وی نیز پیرو این نظریه بود که روح مسئول جنبش و حرکت است. او ژیمناستیک را به دلیل زیبایی‌اش ترویج می‌داد و معتقد بود در اسپارت فعالیتهای بدنی بیش از حد زیان‌بارند، و فعالیت ورزشی سبکِ پیش از بلوغ را برای افزایش فرایند رشد توصیه می‌کرد و پذیرفته بود که باید از انجام فعالیت ورزشی شدید (سنگین) در سرتاسر زندگی پرهیز کرد (۵۳).

ارسطو از اهالی کیوس واقع در جزیره سیسیل (۳۱۰ـ۲۵۰ ق.م) که برخی از مورخان او را «پدر فیزیولوژی» می‌شناسند نیز سهم شایانی در پیدایش فیزیولوژی فعالیت ورزشی داشته است. او طرف‌دار مفاهیم عناصری بود که آلک‌مائون مطرح کرده بود و اعتقاد داشت سلامتی زمانی وجود دارد که بین آنها تعادل برقرار باشد. افزون بر این، او فعالیت ورزشی ملایم (راه رفتن) را در برنامه درمانی خود (رژیم غذایی، فعالیتهای ژیمناستیک، استحمام، و حداقل دارو) برای درمان بیماریهایی گنجانده بود که علتی غیر از استسقاء[1] و التهاب پرده جنب داشتند (۳۸ و ۵۵).

## مشارکت امپراتوری رم

### نمای کلی

شواهد باستان‌شناختی نشان می‌دهند قبایل باستانی حول‌وحوش ۹۵۰ سال پیش از میلاد در تپه‌های رم سکنی گزیدند. این ساکنین به وجود ارواح در اجسام جاندار و بی‌جان معتقد بودند و آنها را مورد پرستش قرار می‌دادند. بعدها، آنها توجه و تلاش خود را به خدایان و الهه‌ها معطوف کردند و رسوم و عباداتی را برای مصون ماندن از بیماریهای برخاسته از ناخشنودی خدایان انجام می‌دادند (۵۶). هرچند اتروسکانها[2] این منطقه را اشغال کرده بودند و از خدایان و الهه‌های

---

۱. انباشت مایع سروزی در شکم ـ مترجم.

2. Etruscans

خویش بهره می‌بردند، رمیها ضمن پذیرفتن آنها، نام خدای یونانی پزشکی (از آسلپیوس به آسیولاپیوس[1]) و الهه سلامتی (از هایجیا به سالوس[2]) را تغییر دادند (۳۷).

رمیها به جز خدایان و الهه‌های آنها تحت تأثیر دیدگاههای یونانیها درخصوص بهداشت و طبابت نیز قرار گرفتند. یکی از پزشکان یونانی که به رم مهاجرت و فعالیت ورزشی (راه رفتن و دویدن) را برای بیماران تجویز کرد، اکلپیاوس[3] (۱۲۸ـ۵۶ ق.م) بود. او علاوه بر رد نظریه اخلاط بقراط، به عنوان «دیوانه یا کاملاً ناآشنا با طبابت و پزشکی» مورد توجه جالینوس قرار گرفت (۲۰، ص ۶۳۳).

**ارتش رومن، گلادیاتورها و تمرین**

اثربخشی ارتش رومن عامل اصلی تبدیل جمهوری رومن در سال ۵۱۰ پیش از میلاد به امپراتوری رومن بود که بین سالهای ۱۶۱ـ۱۸۱ پس از میلاد با امپراتوری مارکوس اورلیوس[4] همراه بود. سلامت جسمانی افرادی که به خدمت ارتش درمی‌آمدند ضروری بود و آنها باید از روش زندگی توأم با «فعالیت ورزشی منطقی»، با خواب روزانه کافی و برنامه غذایی منظم، پیروی می‌کردند (۵۷). در ارتش از آنها انتظار می‌رفت ۳۲ کیلومتر را در ۵ ساعت با گامهای نظامی و با حمل ۲۰ کیلوگرم بار یا ۳۸/۴ کیلومتر را در ۴ ساعت با گامهای کامل و بدون حمل بار طی کنند (۵۸ و ۵۹). در سال ۱۹۹۸، مؤسسه ویپ[5] و همکارانش (۵۹) شرایط رژه رفتن سپاهیان را شبیه‌سازی کردند و دریافتند که در گام کامل، میانگین $VO_2$ برابر با ۱/۴۳ لیتر در دقیقه بود، در حالی که متوسط $VO_2$ گام نظامی معادل ۱/۴۲ لیتر در دقیقه بود.

رژه‌های طولانی‌تر برای تجربه کردن خستگی، بالا بردن استقامت و «از پا درآمدن جاماندگان» برنامه‌ریزی شده بودند. آنها به انجام تمرینها و فعالیتهای بدنی (دویدن و بلند کردن وزنه، پرشهای رو به جلوی بلند) با شدتی که لازمه مبارزات بود می‌پرداختند، در حالی که از شمشیرهای چوبی تا دو برابر سنگین‌تر و حفاظهای حصیری برای تقویت دستها استفاده می‌کردند. همین اصل نیز در به‌کارگیری میله‌های ورزشی (نیزه) دنبال می‌شد و تا زمان اسکیپیو[6] و جنگهایش با اسپانیا (سال ۲۱۰ م)، ارتش از برنامه تمرینی سه‌گانه چهار روزه‌ای استفاده کرد که همان اصول ورزشکاران بود (۵۶).

نبرد گلادیاتورها بین سالهای ۳۷۰ تا ۳۴۰ پیش از میلاد با معدودی از مبارزان دونفره آغاز گردید. تا دوره آگوستوس[7] (سال ۲۷ ق.م تا ۱۴ م)، ۱۰ هزار زوج مبارز ثبت شده بودند (۶۰). ایجاد مدارس آماده‌سازی جزئی از وظایف حکومت شده بود و همه آنها در بین نیروهای خود پزشک و مربی داشتند که کلادیوس جالینوس[8] مشهورترین آنها بود (۳۹). آنها همانند ارتش، دویدن، بلند کردن وزنه و فعالیتهای پرشی را با شدت زیاد اجرا و تکرار می‌کردند، در

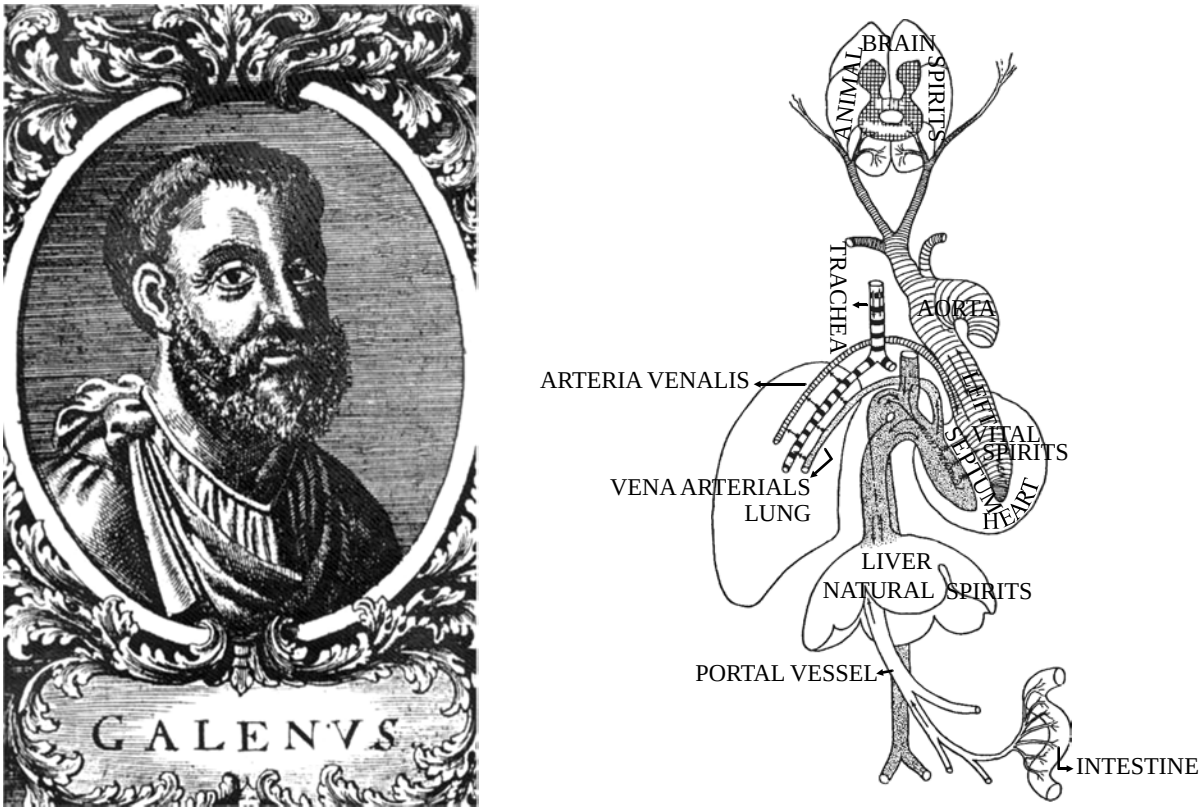
1. Aesculapius
2. Salus
3. Asclepiades
4. Marcus Aurelius
5. Whipp
6. Scipio
7. Augustus
8. Claudius Galenus

حالی که در تمرینهای مبارزه‌ای خود سلاحهای سنگین‌تری حمل می‌کردند. برخلاف ارتش، آنها فعالیتهای ورزشی گرم کردن را انجام می‌دادند (۶۱).

| خودآزمایی |
| --- |
| سهم گلادیاتورها و سربازان ارتش رومن در فیزیولوژی فعالیت ورزشی چیست؟ |

**میراث کلادیوس جالینوس**

کلادیوس جالینوس یا گالن، از اهالی منطقه پرگامون[1] در آسیای صغیر بود که در اسکندریه به تحصیل پزشکی پرداخت و در سال ۱۶۲ پس از میلاد در رم سکنی گزید؛ وی هفت سال بعد پزشک شخصی امپراتور مارکوس اورلیوس شد (شکل ۶ـ۱). او که به نیروی خدایان اعتقاد داشت، یکی از پیروان آسلپیوس بود و جزء «ملازمان» یکی از




**شکل ۶ـ۱** A) کلادیوس جالینوس یا گالن اهل پرگامون که بسیاری از مورخان از وی به عنوان مهم‌ترین چهره در پزشکی و فیزیولوژی پس از بقراط یاد کرده‌اند. وی تنها فردی بود که مستقیم حرفه و اندیشهٔ فیزیولوژی را برای بیش از ۱۲۰۰ سال تحت تأثیر قرار داد، B) فیزیولوژی از دیدگاه جالینوس.

1. Pergamon

معابد محلی، که مورد تکریم وی بود، قرار داشت. او موافق این نظریه بود که ماده حیات ترکیبی از عناصر، ویژگیهای این عناصر و چهار خلط است که نسبتهای آنها ضمن تعیین منحصر به فرد بودن و اعتدال افراد، عملکرد فیزیولوژیایی آنها را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهند (۶۲). او به بسط نظریه افلاطون درباره روح سه‌گانه با ارواح جداگانه در قلب، مغز و کبد پرداخت (۶۳). او به عنوان یکی از تحسین‌کنندگان بقراط بسیاری از نظریات وی را در کتابهای درسی خویش گنجاند. عقاید او به سبب شخصیت، دانش و تألیفات بسیارش (۴۳۴ اثر منتسب به او است که از این میان اصالت ۳۵۰ اثر مورد تأیید قرار گرفته است) بیش از یک قرن بر پزشکی عمومی و کاربرد آن سایه افکنده بود (۶۴).

### *گالن و فعالیت ورزشی*

طبق نظریه جالینوس، برای آنکه حرکتی را فعالیت ورزشی نامید باید شدید و توأم با افزایش تعداد تنفس باشد. به نظر می‌رسید کار و فعالیت ورزشی معادل یکدیگرند، اما او معتقد بود رویکردهای سازمانی متفاوتی‌اند. در حقیقت، فعالیتهایی مثل مشت‌زنی به سایه، پریدن، پرتاب دیسک، فعالیتهای توپی کوچک یا بزرگ، و بالا رفتن از طناب به عنوان فعالیتهای ورزشی در نظر گرفته می‌شدند، حال آنکه کندن زمین، پارو زدن، شخم زدن، درو کردن، سواری کردن، جنگیدن، پیاده‌روی، شکار کردن و غیره به عنوان کار یا فعالیت ورزشی به حساب می‌آمدند. فعالیتهای ورزشی به کند یا تند، سست یا قوی، و آرام یا شدید طبقه‌بندی می‌شدند. دویدن و فعالیتهای ورزشی توپی نمونه‌هایی از فعالیت ورزشی سریع به شمار می‌رفتند؛ بلند کردن وزنه سنگین، راه رفتن در سربالایی و کندن زمین به عنوان فعالیتهای ورزشی قوی بودند، در حالی که پرتاب دیسک و پریدن ممتد به عنوان فعالیتهای ورزشی شدید در نظر گرفته می‌شدند (۶۵) (پس از ترجمه‌های متعدد آثار بقراط و جالینوس، اصطلاح فعالیت ورزشی شدید و بیش از حد به عنوان فعالیتهای ورزشی بسیار سنگین یا بیشینه تفسیر شده‌اند).

### *گالن و مفاهیم فیزیولوژیایی او*

گالن اعتقاد داشت خون در کبد تولید می‌شود و توسط بزرگ‌سیاهرگها به قلب راست حمل می‌گردد و سپس از راه ریه‌ها و دیواره میانی بین‌بطنی وارد بطن چپ می‌شود و از آنجا همراه با هوا و گرما به خارج هدایت می‌گردد. با وجود این، خون نه‌تنها بر اثر انقباض بطنها بلکه از راه انقباض سرخرگها نیز به جریان می‌افتد. بنابراین، سرعت (آهنگ) نبض که در فرهنگهای پیشین ثبت شده بود نتیجه اتساع فعال سرخرگهایی در نظر گرفته می‌شد که با انقباض قلبی به راه می‌افتد. افزون بر این، به نظر می‌رسد جالینوس نخستین کسی باشد که افزایش ضربان نبض توأم با فعالیت ورزشی را ثبت کرده است (البته بدون ارائه اطلاعات). در کتاب *نبض برای مبتدیان* (۶۶)، او متذکر می‌شود که فعالیت ورزشی ملایم «نبض را قوی‌تر، زیادتر، تندتر و مکرر» می‌کند و در همین راستا نیز می‌گوید اگر حرکت قوی باعث افزایش تنفسی نشود، نمی‌توان آن را فعالیت ورزشی نامید.

طبق سایر نظرات، فعالیت ورزشی با «تشدید حرکات تنفسی» مرتبط است (۶۵). این اظهارات را می‌توان در این متن فیزیولوژیایی گنجاند. جالینوس هوا یا پنوما را که توسط ریه‌ها جذب و به وسیله قلب چپ به دیگر اعضا انتقال

می‌یابد ـ البته نه به عنوان عامل اصلی مسئول حرکات تنفسی خاص ـ برای حیات ضروری می‌دانست (۴۷). از نظر او، افزایش دم «روح حیاتی» و «تبخیر اخلاط» را که ریشه در قلب و سرخرگها دارد تغذیه می‌کند (۴۴). نظرات او، البته نه به طور کامل، مثل نظرات ارسطو بود؛ ولی جالینوس تصور می‌کرد افزایش تنفس موجب خنک شدن قلب می‌شود و دمای بدن را افزایش می‌دهد. او برخلاف ارسطو معتقد بود که افزایش تنفس سوخت‌وساز (احتراق) درون بطن چپ را افزایش می‌دهد (۴۷).

| خودآزمایی |
| --- |
| آلن ریان[1]، مورخ پزشکی فعالیت ورزشی جدید، اظهار می‌دارد جالینوس «پدر فیزیولوژی فعالیت ورزشی است». آیا موافقید؟ برای موافقت و مخالفت خود استدلال بیاورید. |

### *فعالیت ورزشی کوتاه و بلندمدت*

جالینوس در توصیف خود از کاربردها و ارزشهای فعالیت ورزشی به سوخت‌وساز آماده‌تری اشاره دارد (۶۵). یکی از تفسیرهای فیزیولوژیایی این دیدگاه آن است که جالینوس به احتراق موادی که اساساً در بطن چپ رخ می‌دهد و به آزاد شدن گرما منجر می‌شود اشاره می‌کند (۴۷). همان‌طور که پیش از این گفته شد، این فرایند ضمناً باعث افزایش دمای بدن نیز می‌گردد. فعالیت ورزشی کوتاه‌مدت فرایند هضم را نیز افزایش می‌دهد که خود شامل دمای هضم، تبدیل مواد (غذا) به لنف و سپس به اخلاط است. در نتیجه، اخلاط مواد بافتهای بدن را تأمین می‌کنند. در کتاب اول *بهداشت* جالینوس (*De Sanitate Tuenda*) افزایش دفع یکی از آثار حاد فعالیت ورزشی در نظر گرفته شده است. افزون بر این، اگر به دلیل مشکلاتی دفع به تعویق افتد، یکی از دلایل احتمالی آن «ناکافی بودن گرما» است (حرارت به عنوان حلال) که به دلیل نبود فعالیت ورزشی رخ می‌دهد (۶۵). او همچنین اظهار داشته است که برخی مایعات مصرفی به ادرار تبدیل می‌شوند و به همراه ترکیباتی که به عنوان عرق یا عرق‌ریزی غیرارادی و نیز عرق‌ریزی هنگام فعالیت ورزشی شدید از آنها یاد شده است زایل می‌شوند. با وجود این، زمانی که فعالیت ورزشی بیش از حد شود و گرما بیش از حد (افراط حرارت) تولید گردد، به تب می‌انجامد (۶۵). جالینوس در اکثر مواقع تب را یک بیماری در نظر می‌گرفت و معمولاً آن را با سرد کردن بدن درمان می‌کرد.

فعالیت ورزشی کوتاه‌مدت با خستگی نیز ارتباط دارد. او در کتاب دوم خود چنین می‌نویسد: «هنر فعالیت ورزشی بخش ناچیزی از علم بهداشت نیست و جلوگیری از خستگی نیز بخش ناچیزی از هنر فعالیت ورزشی نیست» (۶۵، ص ۱۴۳)، در حالی که اشاره می‌کند خستگی بدن بدون فعالیت ورزشی نشانه بیماری است (او به چند نوع خستگی معتقد بود). فیزیولوژیستهای فعالیت ورزشی که خستگی ناشی از فعالیت ورزشی عضلانی را به وجود اسید لاکتیک مربوط می‌دانند، باید بدانند که جالینوس در کتاب دوم خود می‌نویسد: «فعالیت ورزشی بیش از حد توأم با

1. Alan Ryan

ترشحات ناقص به 'اسیدی شدن مایعات گرم و رقیق منتهی می‌شود' که جسم را فرسوده می‌کند و به آن آسیب می‌زند» (۶۵، ص ۱۴۵ـ۱۴۶). به جز احساس درد، خستگی با کاهش قدرت، عدم تمایل به حرکت، آرتیمیهای نبض و ضعف نیروی فکری نیز ارتباط دارد.

### *دیدگاهها درباره ورزشکاران*

جالینوس معتقد بود افراد تمرین‌کرده در شرایط اوج سلامتی (بهداشت) به سر می‌برند، زیرا افزایش توان عضلانی (سختی اندام)، تنفس سریع، افزایش قدرت عضلانی، «سوخت‌وساز آماده‌تر»، افزایش «گرمای درون بدن»، تغذیه بهتر، و انتشار همه مواد توأم با افزایش دفع از ویژگیهای آنها است (۶۵). جالینوس به رغم مسئولیتهایش در قبال سلامتی گلادیاتورها، احترام چندانی برای ورزشکاران به ویژه کشتی‌گیران و مربیان آنها قائل نبود. او نیز مانند بقراط ورزشکاران را در «نهایت شرایط بدنی خوب» و در عین حال قرار داشتن در «وضعیتی خطرناک» می‌نگریست. به بیان دیگر، اگر ورزشکاران در شرایط خوبی باشند، اخلاط در وضعیت متعادل قرار می‌گیرند و خون نیز به خوبی در سراسر بدن توزیع می‌شود. در مورد کشتی‌گیران نیز او معتقد بود آنها بیش از حد تغذیه و تمرین می‌کنند که برایشان نوعی بدن ناسالم و بی‌تعادل اخلاطی ایجاد می‌کند (توزیع نادرست چربی و عضلات). با وجود این، جالینوس می‌دانست که انرژی مورد نیاز مشت‌زنها و کشتی‌گیران در تمرین به رژیم غذایی متشکل از گوشت خوک و «نانهای خاص» نیاز دارد، زیرا رژیمهای غذایی سنتی متشکل از سبزیجات و نان «معمولی» برای ورزشکاران زیان‌بار خواهد بود (۶۵).

### *فیلوستراتوس و تمرین*

برخلاف دید منفی بقراط و جالینوس در مورد ورزشکاران، آنها و تمرینات آنها بخش جدایی‌ناپذیری از فرهنگ یونان و رومن را تشکیل می‌دادند. فلاویوس فیلوستراتوس[1] (۱۷۰ـ۲۴۴ م) معلم خطابه، فلسفه و زندگی سالم بود که بین آتن و رم همیشه در سفر بود و درباره ورزش (ژیمناستیک) (۴۴) نوشته‌هایی دارد. وی عمیقاً به این نظرات جالینوس اعتقاد داشت که مربیان به اندازه کافی برای انجام مسئولیتهای خویش آماده نیستند یا نتوانسته‌اند توصیه‌های لازم را در مورد چگونگی تمرین ورزشکاران فراهم کنند. او همچنین با سیستم سخت‌گیرانه و سه‌گانهٔ تمرین که در برخی از ورزشگاهها اِعمال می‌شد مخالف بود، زیرا به عقیده وی، «همه ورزش (ژیمناستیک) را به تباهی کشیده بود» (۴۴). در این برنامهٔ تمرینی چهار روزه، روز نخست به آماده‌سازی ورزشکار اختصاص داشت، روز دوم طوری برنامه‌ریزی شده بود که ورزشکار «فعالیت بسیار شدید» داشته باشد، روز سوم به استراحت و تفریح می‌گذشت و در روز چهارم ورزشکار به «فعالیتهای ملایم» می‌پرداخت. فیلوستراتوس تصور می‌کرد که این سیستم هیچ جایگاهی برای برنامه‌های تمرینی فردی قائل نیست (آنها از علم خود برای درک شرایطی که ورزشکار در آن تمرین می‌کرد بهره نمی‌بردند). به علاوه، ورزشکاران باید به نحو بهتری فعالیت ورزشی و رژیم غذایی را در برنامه‌های تمرینی خود می‌گنجاندند. با

1. Flavios Philostratus

وجود این، وی مشاهده کرد که دوندگان استقامت (فعالیت ورزشی سبک) ۸ الی ۱۰ دور در برنامه‌های تمرینی خود می‌دویدند، دونده‌های سرعت (مسابقه داخل پیست = ۲۰۰ متر) با دویدن به دنبال خرگوشها و اسبها تمرین می‌کردند و ورزشکاران فعال در طبقه فعالیت ورزشی سنگین (کشتی‌گیران و مشت‌زنها) با بلند کردن و حمل بارهای سنگین، خم و راست کردن میله‌های آهنی ضخیم، کشیدن یوغ همراه با گاوها، یا حتی کشتی گرفتن (مبارزه واقعی) با گاوهای وحشی و شیرها تمرین می‌کردند! هرچند دیدگاههای او اطلاعات و توضیحات فیزیولوژیایی محدودی را در خود نهفته داشت، او اظهار می‌کرد انجام فعالیت ورزشی نسبتاً سخت توسط افرادی که زیاد شراب می‌نوشند ترشحات عرقی‌ای را تولید می‌کند که برای خون زیان‌بار است. بنابراین، وی فعالیت ورزشی و ماساژ ملایم را توصیه می‌کرد که سوراخهای منافذ را باز نگه می‌دارد و عرق را دفع می‌کند (۴۴).

**خلاصه فیزیولوژی فعالیت ورزشی دوران باستان**

تاریخ فیزیولوژی فعالیت ورزشی بدون تردید با پذیرش نیروهای ماوراءالطبیعه انسان باستانی، تکامل فیزیولوژی برای توضیح وجود حیات و پیامدهای بیماری و نیز ظهور پزشکی منطقی ارتباط دارد. فعالیت ورزشی روشی از زندگی و عامل مهاجرت از افریقای مرکزی به تمدنهای رودخانه‌ای هند و چین بود که از اهمیت زیادی برخوردار بودند. هر دوی این فرهنگها، و سپس یونان، پیرو این نظریه بودند که برخی از عناصر در شکل‌گیری بدن انسان دخیل بوده‌اند و در این میان تنها ساکنین رودخانه ایندا‌س و یونانیها به تغییر شکل پیچیده لازم برای تشکیل دوسا (اخلاط) اشاره کرده‌اند که نخست در سروده‌های ریگودا در ۱۵۰۰ سال پیش از میلاد به آن اشاره شده و در تعالیم تریدوزای هندی در حدود هزار سال پیش از میلاد ادغام شده است. در تعالیم تریدوزا، بیماری و انواع ناخوشی زمانی رخ می‌دهد که سه خلط وضعیت متعادل نداشته باشند و سلامتی نیز هنگامی برقرار است که آنها متعادل باشند. حدود ششصد سال پیش از میلاد، جراح هندی، ساسروتا، به منظور کاهش بیماریهای وابسته به افزایش خلط کافا که می‌توانست به دلیل عدم فعالیت، مصرف بیش از حد غذا و مایعات، و خواب طولانی‌مدت رخ دهد، انجام فعالیت ورزشی ملایم را پیشنهاد کرد. وی همچنین انجام فعالیت ورزشی را برای بیماران مبتلا به چاقی و دیابت توصیه کرد و بر این باور بود که خلط وایو به سبب کار سنگین ایجاد می‌شود و ضمناً فعالیت ورزشی سنگین و بیش از حد باعث مرگ می‌گردد. چند قرن بعد، دیدگاه او تحت‌الشعاع نظریه پزشک مشهور کاراکا قرار گرفت که معتقد بود می‌توان از راه فعالیت ورزشی دیابت را درمان کرد.

هرچند ساکنین تمدن رودخانه زرد ویژگیهای نظریه عناصری را با نظریه بدن انسان ادغام کردند، به دکترین تریدوزا بی‌توجه بودند. آنها از ویژگیهای مکتب تائوئسیم و یین‌یانگ پیروی می‌کردند که در آن یانگ اصل وابسته به زندگی و سلامتی بود، در حالی که یین اصل وابسته به مرگ و بیماری به شمار می‌رفت. این اصول نیز مانند تعالیم تریدوزا باید، پیش از آنکه هارمونی یا سلامتی وجود داشته باشد، در وضعیت تعادل باشند. طی قرنها، پزشکان یا فلاسفه چینی برای دفع «هوای بد» فعالیت نفس عمیق کشیدن و برای به حداقل رساندن دردها و ناخوشیهای بدنی انجام حرکات

حیوانی را توصیه می‌کردند. با وجود این، تنها در اواخر سلسله هان بود که هوآ تو، جراح چینی، انجام فعالیت ورزشی را به سبب تأثیر یانگی‌اش بر سلامتی و به دلیل تأثیرش بر قدرت، گردش خون، اشتها و پیر شدن تجویز کرد.

در زمان هومر، خدایان و الهه‌های یونان در موضوعاتی مثل سلامتی و بیماری حاکم بلامنازع بودند و مسابقات و بازیهای ورزشی نیز بخش جدایی‌ناپذیری از فرهنگ آنها بود. دولت ـ شهر اسپارت برای تشکیل دولت مبارزی ایجاد شد که در آن هدف از سلامتی آمادگی برای نبرد و به‌کارگیری آموزش هنر، موسیقی و ورزشِ (ژیمناستیک) معطوف به مقاصد جنگی بود. گرچه این امر مستند نیست، می‌توان فرض کرد که اسپارتها تأثیر افزایش تواتر، سطوح شدت بیشتر، و افزایش مدت بهبود آمادگی بدنی را نشان دادند.

در دیگر مناطق یونان، فلاسفه و پزشکان از نظریه‌هایی پیروی می‌کردند که مبنای الگوی تربیتی آموزشی، نظریه اخلاط و سرآغاز پزشکی منطقی شدند که از این میان دو مورد آخر به بقراط منسوب‌اند. بقراط معتقد بود بیماری به دلیل عوامل بیرونی و درونی رخ می‌دهد که حالت تعادل بین چهار خلط را به هم می‌ریزد و مانند هندوها اعلام کرد که سلامتی زمانی برقرار است که آنها در وضعیت تعادل باشند. از آنجا که تغییر رژیم غذایی و از بین رفتن تأثیر فعالیت ورزشی می‌توانند تعادل بین اخلاط را تغییر دهند، این دو برنامه‌هایی اساسی در دستیابی به سلامتی به شمار می‌روند.

بقراط طرف‌دار فعالیت ورزشی ملایم به دلیل آثار مثبت آن بر بدن انسان بود و نخستین کسی است که برنامه‌های فعالیت ورزشی جامع را برای بیماران تجویز کرد. همانند سایر پزشکان هندی، چینی و یونانی، او نیز مخالف فعالیت ورزشی بیش از حد به دلیل آثار زیان‌بارش بود.

پیش از بقراط این مربیان بودند که به دانش‌آموزان حاضر در ورزشگاهها و ورزشکاران شرکت‌کننده در بازیها اطلاع‌رسانی می‌کردند. هرچند بقراط، افلاطون و جالینوس احترام زیادی برای میزان دانش آنها قائل نبودند، آنها به تمرینات وابسته به ویژگی (نوع ورزش)، اضافه‌بار، استقامت و برنامه‌های تمرینی اعتقاد راسخ داشتند. این موضوع ضمناً در مورد مربیانی صادق بود که تصدی تمرینهای مبارزه‌ای گلادیاتورها یا لژیونرها را برعهده داشتند.

مهم‌ترین دستاورد رومنها به کلادیوس جالینوس تعلق دارد که دیدگاهش درباره ارواح حیاتی، حیوانی و طبیعی، گرمای درونی و ساختارهای موجود با هدف عملکردی تا قرن شانزدهم بر تفکر فیزیولوژیایی و اقدامات پزشکی سیطره داشت. سلامتی به عنوان ظرفیتی درست برای عملکرد در نظر گرفته می‌شد و زمانی رخ می‌داد که عناصر و صفات آنها در وضعیت اعتدال قرار داشتند، در حالی که بیماریها زمانی بروز می‌کردند که آنها حالت تعادل نداشتند. فعالیت ورزشی ملایم به ویژه با توپ کوچک به دلیل آثار مثبت آن بر ضربان قلب، تنفس، دمای بدن، فرایند هضم، دفع، توزیع ارواح (روح حیاتی ـ ماده جوهری)، غلظت اخلاط و آثار تمرینی آن مورد توجه بود. درست مثل بقراط، او نیز فعالیت ورزشی را برای برخی بیماریها تجویز می‌کرد.

## ظهور مسیحیت، قرون وسطا و رنسانس

### نمای کلی

مشخصه این دوره هجوم بربرهای شرقی به غرب است که با عصر مسیحیت، تعالیم ضد یونانی کلیسای مسیحی به

نوشته‌های یونانی و رمی و برقراری اسلام در قرن هفتم در عربستان و گسترش آن به یونان، افریقا و اسپانیا و برخی مناطق فرانسه آغاز گردید. این عصر دوره‌ای بود که در آن مدارس پزشکی جدیدی در ایتالیا، فرانسه، انگلستان و هلند تشکیل شدند و عصری بود که پایان آن با رد نظریات جالینوس درباره آناتومی و فیزیولوژی توسط وسالیوس (۱۵۱۴ـ۱۵۶۴) و شیمی‌دان سوئیسی، تئوفراستوس بمباستوس ون هوهنایم[1] یا پاراسلسوس[2] (۱۴۹۳ـ۱۵۴۱) همراه بود که به «طغیان» علیه جالینوس و نظریات وی در فیزیولوژی برخاست (۶۷).

**میراث ابن سینا**

همان‌طور که بریمن[3] تأکید می‌کرد (۶۴)، تأثیر دیدگاههای بقراط و جالینوس درباره تعالیم پزشکی در تمام این دوران غالب بود. تأثیر آنها نخست در دنیای اسلام و بعدها در دنیای مسیحیت به دلیل ترجمه‌های عربی و لاتین متون درسی آنها نمود یافت. وقتی بحث فعالیت ورزشی پیش می‌آمد، عموماً درباره چهارچوبی غیرطبیعی بحث می‌شد که جالینوس آن را در سیستم پیچیده فیزیولوژی‌اش مطرح کرده بود که شامل اخلاط، عناصر، صفات، اعضا، تواناییها، عملکردها و ارواح می‌شد. در دنیای عرب و بیشتر مناطق اروپا، تأثیر نوشته‌های ابوعلی سینای بلخی یا ابن سینا (۹۸۰ـ۱۰۳۷) حاکم بود، پزشک پارسی و نویسنده بیش از ۱۰۰ کتاب که مشهورترین آن *قانون طب* بود (شکل ۷ـ۱) (۶۸ و ۶۹). اوسلر[4] این کتاب را به عنوان مشهورترین کتاب پزشکی‌ای می‌دانست که تا آن زمان به نگارش درآمده بود (۷۰) و روتشو[5] متن آن را به عنوان «مجموعه کامل و سازمان‌یافته‌ای از همه دانش پزشکی موجود از گذشته تا به حال توصیف کرده است» (۴۷). بوعلی سینا دیدگاههای جالینوسی اخلاط، عناصر، صفات، اعضا، توانایی، عملکردها و ارواح (ماده جوهری) را در قالب سیستم پیچیده اعضای اصلی (قلب، مغز، و کبد) در هم آمیخت، با توجه به این نکته که هر عضو تأثیر کنترل‌کننده‌ای بر عملکردهای دیگر بافتها دارد. هر سیستم به طور مجزا ذاتاً دارای خاصیتها (اَعمال)، عملیات (عملکردها)، و صفات (ویژگیهای منتخب اندامها) است. سه خاصیتِ (حیاتی، حیوانی و طبیعی) وابسته به «ماده جوهری» برای توزیع در سرتاسر بدن وجود داشت. مرتبط‌ترین آنها خاصیت حیاتی، منبع گرمای ذاتی بود که در قلب و خون یافت می‌شد و مسئول ضربان قلب و تنفس

**شکل ۷ـ۱** ابوعلی سینای بلخی یا ابن سینا اهل سرزمین پارس (۹۸۰ـ۱۰۳۷) که دیدگاههای جالینوس درباره فعالیت ورزشی و نظریه تعادل گرما را بسط داد. وی از سوی بسیاری به عنوان پدر پزشکی نوین شناخته می‌شود.

1. Theophrastus Bombastus von Hohenheim
2. Paracelsus
3. Berryman
4. Osler
5. Rothschuh

بود و حاوی ماده جوهری (روح حیاتی) بود که بقراط آن را پنوما نام‌گذاری کرد که توسط سرخرگها توزیع می‌شد (۶۸).

ابن سینا مفاهیم فعالیت ورزشی جالینوس را توسعه داد و این ایده را تقویت کرد که فعالیت ورزشی ملایم (عاملی ضروری همراه با استراحت) برای زندگی مفید است، زیرا «از راه دفع پسماندها و ناخالصیها باعث ایجاد حالت تعادل در بدن می‌گردد و به تغذیه خوب در بزرگسالان و رشد توأم با شادمانی جوانان می‌انجامد» (۶۹، ص ۲۴). او همچنین متذکر شده است فعالیت ورزشی ملایم (راه رفتن) «اخلاط بد را پس می‌راند». او خاطرنشان کرده است آثار فعالیت ورزشی به درجه (شدت)، میزان (تواتر و مدت)، و استراحت بستگی دارد و خوانندگان خود را نیز از انجام فعالیت ورزشی بیش از حد منع می‌کند که تأثیر معکوسی بر گرمای درونی (ذاتی) دارد و به وضعیتی «مشابه مرگ» منتهی می‌شود (۶۹). مرکز توجه ابن سینا تولید و تبعات گرمای درونی بود که به نظر وی عامل ضربان بزرگ و نیرومند در فعالیت ورزشی بودند. به علاوه، وی تأکید داشته است فعالیت ورزشی با افزایش دمای بدن ارتباط دارد (باعث «داغ شدن» بدن می‌شود) و عرق‌ریزی یا درماندگی جسمانی پدید می‌آورد و پس از توقف عرق‌ریزی، فعالیت ورزشی نیز باید متوقف شود، زیرا عرق‌ریزی زیاد «نشانه‌ای از بیماریهای رطوبتی» است. هرچند در تاریخ تنظیم دمای بدن به ندرت به آن اشاره شده است، ابن سینا نخستین کسی بود که عوامل مؤثر بر افزایش و کاهش گرما را فهرست‌وار در کتاب *قانون طب* مشخص کرده است (۶۸).

او فعالیت ورزشی درازمدت را برای اعضای ضعیف و رشدنایافته توصیه می‌کرد و جزء نخستین افرادی بود که فرهنگ غرب را با تعالیم هندوی باستانی درخصوص حرکات تنفسی برای افراد مبتلا به ضعف دستگاه تنفسی تلفیق کرد (۶۹). برای آن دسته از افرادی که در مناطق جغرافیایی‌ای زندگی می‌کردند که دسترسی به آثار و تألیفات ابن سینا نداشتند دیدگاههای غیرطبیعی جالینوس درباره مسائل وابسته به فعالیت ورزشی و آثار آن رواج داشت.

در سال ۱۵۵۳، پزشکی اسپانیایی به نام کریستوبال مندز[1] (۱۵۰۰ـ۱۵۶۱) کتابی به زبان لاتین تحت عنوان *کتاب فعالیت ورزشی جسمانی* منتشر کرد (۷۱). در ترجمه، متن مشتمل بر ۸۲ صفحه حاوی چهل فصل مجزا است که در قالب چهار رساله سازمان‌دهی شده است:

۱. فعالیت ورزشی و فواید آن،
۲. انواع فعالیت ورزشی،
۳. فعالیتهای ورزشی عمومی و بهترینهای آنها،
۴. زمان مناسب انجام فعالیتهای ورزشی و ارزش آن.

محتوای کتاب در اصل دیدگاههای یونانیها و رمیها درباره فعالیت ورزشی با تأکید بر اهمیت آن در سلامتی است. برای آنکه فعالیت ورزشی مفید باشد، باید متواتر، لذت‌بخش، دائمی (فعالیت ورزشی متناوب در مصرف و زایل کردن خلط موفق نخواهد بود و باعث بیرون راندن آن از راه منفذهای بازشده توسط گرمای حرکتی می‌شود) و با کوتاهی تنفس همراه باشد (که دلیل آن افزایش گرما در درون قلب و نیاز به هوای بیشتر از راه افزایش تهویه است). او

1. Cristobal Mendez

ضمن ارج نهادن به ویژگیهای سلامتی‌بخش فعالیت ورزشی و ضرورت پرهیز از فعالیت ورزشی بیش از حد، تعدادی از فصلهای کتاب را به گرمای تولیدشده با فعالیت ورزشی و عواقب آن اختصاص داده است. او ضمن توجه به این نکته که حرکت فی‌نفسه گرمای بدن را افزایش می‌دهد، متذکر شده است که بر اثر حرکت ناشی از فعالیت ورزشی، «تماس خون با اعضا بسیار زیاد می‌شود، همان‌طور که درباره مواد جوهری و صفرا نیز چنین است که سبب عدم تراکم و سبکی می‌گردد و گرما را در آنها نشان می‌دهد» (۷۱، ص ۱۹). هرچند متن کتاب از نظر تاریخی مهم است، چاپ آن محدود است و در نتیجه تأثیر کمی بر حرفه پزشکی داشته است.

| خودآزمایی |
| --- |
| ابن سینا که بود و نقش وی در ایجاد فیزیولوژی فعالیت ورزشی چیست؟ |

**خلاصه این دوره زمانی**

به دلیل تأثیر ابن سینا، سیستم فیزیولوژی جالینوس و دیدگاههایش درباره فعالیت ورزشی و فیزیولوژی در جهان اسلام و مناطقی از اسپانیا و فرانسه، به واسطه دسترسی داشتن به کتاب *قانون طب*، گسترش یافت. هرچند این موضوع به ندرت بیان شده است، اما دیدگاههای او درباره دما و آثار آن بر بدن بسیار فراتر از عصر خودش بود. برعکس، انتشار کتاب مندز درباره آثار بدنی فعالیت ورزشی، که در اصل حاوی دیدگاههای جالینوس بود، به رغم آنکه تألیف یک پزشک بود، تأثیر چندانی به جای نگذاشت. هرچند در اواخر این دوره دیدگاههای جالینوس درباره کالبدشناسی و فیزیولوژی رد یا کوچک شمرده شد، اما این نظر درباره فعالیت ورزشی و آثار آن بر بدن صادق نبود.

## قرن هفدهم

### نمای کلی

قرن هفدهم در تاریخ علم به عنوان عصر انقلاب علمی شناخته می‌شود، زیرا در آن زمان بر چگونگی (و نه چرایی) رخداد دو واقعه تأکید شد، فرضیه‌ها به تجربه‌گرایی تغییر یافتند، تفاسیر ماشینی شدند، ریاضیات پا به عرصه زبان علم نهادند و سنجشها در پزشکی آغاز شدند. افزون بر این، فلسفه‌های رنه‌دکارت[1] (۱۵۹۶ـ۱۶۵۰) و سر فرانسیس بیکن[2] در آن زمان در ایجاد این تغییرات نقش بسزایی داشتند و ژان باپتیستا ون هلمونت[3] بلژیکی (۱۵۷۷ـ۱۶۴۴) نیز گزارش کرد منشأ بیماری نباید صرفاً در درون بدن باشد و بدن «فرمنتهایی» (آنزیمهایی) دارد که به فرایند هضم کمک می‌کنند و تب هیچ ارتباطی با فساد اخلاط ندارد (۶۷). فرانتس د لو بوئه[4] آلمانی (۱۶۱۴ـ۱۶۷۲) یا فرانسیسکو سیلویوس[5] نظریه اخلاط را نادیده

1. René Descartes
2. Sir Francis Bacon
3. Jan Baptista van Helmont
4. Franz de le Boë
5. Franciscus Sylvius

گرفتند و سلامتی را به تعامل بین اسیدها و بازهای بدن و خنثی‌سازی آنها ارتباط دادند. اما برای فیزیولوژی فعالیت ورزشی، زمان فرمول‌یابی مجدد اندیشه‌ها و ربط داشتن بود، زیرا دیدگاههای متداول جالینوس رد شده و دیدگاههای مبتنی بر تحقیقات فیزیولوژیایی کشف شده بودند و رو به تکامل می‌گذاشتند.

**مطالعات درباره دستگاه گردش خون، تنفس، و مطالعات عصبی ـ عضلانی**

مهم‌ترین رویداد علمی این عصر (۶۷) کشف گردش خون ممتد در سال ۱۶۲۸ توسط ویلیام هاروی[1] (۱۵۷۸ـ۱۶۵۷) در انگلستان بود (۷۲). کشف او در سال ۱۶۶۱ از سوی مارسلو مالپیگی[2] (۱۶۲۸ـ۱۶۴۹) که به وجود مویرگها در ریه‌ها پی برد «تکمیل شد» (۴۷). مطالعه جاودان هاروی نشان داد افزایش ظرفیت برون‌ده قلبی و گردش خون به محیط به «قدرت نبض» وابسته است و خاطرنشان کرد که «قلب در هر نیم ساعت بیش از یک هزار ضربان تولید می‌کند و در برخی مواقع ۲، ۳ یا حتی ۴ هزار» (۷۲). ریچارد لوور[3] (۱۶۳۱ـ۱۶۹۳) در دانشگاه آکسفورد به دفاع از یافته‌های هاروی پرداخت و در سال ۱۶۶۹ در کتاب خود اعلام کرد (۷۳) قلب خود یک عضله است (هاروی، استنسن و لئوناردو داوینچی نیز این مطلب را عنوان کرده بودند). وی در فصل اول کتاب بیان کرده است که «ساختار عضلانی قلب بسیار دقیق‌تر از دیگر عضلات بدن است، زیرا کار قلب ضروری‌تر و مداوم‌تر از همه عضلات دیگر است و بنابراین بسیار طبیعی است که ساختار و ظرافت به کار رفته در آن فراتر از سایر عضلات باشد» (۷۳).

با توجه به نظر لوور، قلب منبع تولید گرما در بدن نیست. حرکت قلب به جریان مواد جوهری درون اعصاب وابسته است. افزون بر این، با فعالیت ورزشی شدید (احتمالاً با حداکثر شدت)، حرکت قلب متناسب با خونی که بر اثر حرکت عضلات به بطنها وارد و به میزان فراوانی از آنها خارج می‌شود (۷۳، ص ۱۲۲) شتاب می‌گیرد. ضمناً وی گزارش کرده است فعالیت ورزشی جریان خون به مغز را افزایش می‌دهد و فعالیت ورزشی و حرکات بدن در کمک به سلامتی مؤثرند (۷۴). در مورد آثار تمرین، به نظر می‌رسد هاروی نخستین کسی بود که با توجه به تاریخچه فعالیت بدنی در حیوانات، و احتمالاً در انسان، از ارتباط بزرگ شدن قلب با فعالیت بدنی سخن گفت («داشتن قلبی ضخیم‌تر، نیرومندتر و عضلانی‌تر» (۷۲)).

در زمان هاروی، ون هلمونت گزارش کرد که هوا از گازهای مختلفی تشکیل شده است و رابرت بویل[4] (۱۶۲۷ـ۱۶۹۱) در آکسفورد ثابت کرد هوا برای حیات ضروری است و قوانین گازها را فرمول‌بندی کرد که با نام او عجین هستند (۷۵). سر میکائیل فوستر،[5] فیزیولوژیست مشهور انگلیسی، این آزمایشهای بویل را به عنوان اساسی‌ترین موارد در فیزیولوژی تنفس تشریح کرد (۷۶). بعداً جیوانی بورلی[6] (۱۶۰۸ـ۱۶۷۹)، پزشک متعصب و به کار برنده

1. William Harvey
2. Marcello Malpighi
3. Richard Lower
4. Robert Boyle
5. Sir Michael Foster
6. Giovanni Borelli

پزشکی در علم فیزیک، مطالعات خود را درباره سازوکار تنفس آغاز و گزارش کرد (۷۶). رابرت هوک[1] که با فیزیولوژیستهای آکسفورد در ارتباط بود می‌دانست که هوا و تنفس کردن برای حیات ضروری‌اند، اما تصور نمی‌کرد حرکات ریه و جریان خون مهم‌ترین وجه تنفس به شمار روند، بلکه تصور می‌کرد این هوای درون ریه‌هاست که باعث تغییر رنگ خون وریدی می‌شود (۷۴). جان مایو[2] (۱۶۴۳ـ۱۶۷۹)، هم‌دوره بویل و هوک در آکسفورد، کتابی را در سال ۱۶۷۴ با نام *کارهای طبی ـ بدنی* (۷۷) منتشر کرد که در آن یافته‌های بورلی درباره سازوکارهای تنفس را به خوبی تبیین و تأکید کرد که ریه‌ها به شکلی غیرفعال از حرکات قفسه سینه تبعیت می‌کنند. به علاوه، تنفس ارتباطی با خنک کردن خون یا بهتر شدن گردش خون ندارد. اما دمیدن هوا امری ضروری برای انتقال برخی ذره‌های نیتروژنی کشسان اسپیرتوس نیتروآروس[3] از راه هوا به درون خون است. به نظر مایو، تنفس تماس بین خون و هوا را تسهیل می‌کند و انتقال ذره‌های نیترات سدیمی را به درون خون ممکن می‌سازد که متعاقباً باعث ایجاد واکنش با ذره‌های سولفوری و قابل احتراق می‌شود که پیامد آن افزایش دمای بدن و خون و تغییر رنگ خون است. وی همچنین بر این باور بود که فعالیت ورزشی شدید تواتر تنفس را زیاد می‌کند و به دلیل اثربخشی بیشتر ناشی از افزایش تعداد و حضور ذره‌های نیتروژن معلق، گرمای شدیدی را در بدن تولید می‌کند (۴۷، ۷۴ و ۷۷).

همان‌طور که قبلاً گفته شد، در دهه‌های اولیه قرن هفدهم، نظریه غالب این بود که تارهای عصبی «مواد جوهری» را به عضلات منتقل می‌کنند و باعث انقباض آنها می‌شوند. توماس ویلیس[4] (۱۶۲۱ـ۱۶۷۵) از آکسفورد، استاد رابرت هوک، جان لاک و ریچارد لوور (۷۸) و یکی از طرف‌داران این نظریه بود که مواد جوهری حیوانات از مغز و از راه تارهای عصبی به عضلات سیر می‌کنند و در آنجا به ذره‌های سولفور و نیتروژن برمی‌خورند و باعث «انفجاری» می‌شوند که به تورم عضلات هنگام انقباض می‌انجامد (۷۸). جیوانی بورلی (۱۶۰۸ـ۱۶۷۹) اهل پیزای ایتالیا گفته است شیره جوهری از راه اعصاب به مغز حمل می‌شود تا ایجاد حس کند یا به عضلات می‌رود که در تعامل با خون برای تولید اثربخشی (واکنش بین تخمیر و قلیان) برای ایجاد تورم و انقباض عضلانی ضروری است و به حرکت عضو منجر می‌شود (۴۷ و ۷۱). بعدها پزشکی کمبریجی به نام فرانسیس گلیسون[5] (۱۵۹۷ـ۱۶۷۷) این نظریه را به چالش کشید که اعصاب «ماده‌ای جوهری» را به عضلات منتقل می‌کنند که باعث تورم آنها هنگام انقباض می‌شود. وی نظر خود را بدین ترتیب نشان داد: زمانی که تلاش انقباضیِ نیرومندی در زیر آب انجام شد، هیچ‌گونه جابه‌جایی در آب پدیدار نشد. به علاوه، او گزارش کرده است تارهای عضلانی به نوبه خود قابلیت تحریک‌پذیری دارند که چندی بعد توسط آلبرشت هالر[6] «از نو کشف» و مشهود شد (۴۷). پزشک دانمارکی به نام نیلز استنسن[7] (۱۶۳۸ـ۱۶۸۶) نشان داد تارهای عضلات اسکلتی به روش هندسی منقبض می‌شوند، در حالی که پهنایشان افزایش می‌یابد، طول آنها کاهش می‌یابد

1. Robert Hooke
2. John Mayow
3. spiritus nitroaereus
4. Thomas Willis
5. Francis Glisson
6. Albrecht Haller
7. Niels Stensen

(۴۷). در سال ۱۶۹۴، ریاضی‌دان سوئیسی، یوهان برنولی[1] (۱۶۶۷ـ۱۷۴۸)، رساله‌ای با عنوان *سازوکار و حرکت عضلات* (۷۹) منتشر کرد که در آن وی عضلات را به عنوان ماشینهای کوچکی تشریح کرده و با محاسبات دیفرانسیل عملکرد آنها را توضیح داده است و فرایند انقباض را به شرح زیر توصیف کرده است:

> وقتی ذهن برای به حرکت درآوردن یک عضو اراده می‌کند، تلاطمی از مواد جوهری حیوانی در مغز رخ می‌دهد، به طوری که با ایجاد تکان در منشأ برخی از اعصاب، آنها از شیره جوهری در تمام طول برخوردار می‌شوند و به دلیل همین تحریک منشأ عصبی، آخرین قطره از شیره عصبی با لرزش اندکی در دهانه دیگر تخلیه می‌شود (۷۹، ص ۱۳۹).

با توجه به نظر برنولی، قدرت عضلانی با موجودیت شیره جوهری که رها می‌شود ارتباط دارد، در حالی که خستگی عضلانی به کمیت (مقدار) ماده جوهری مورد مصرف بستگی دارد. در حقیقت، او اظهار می‌دارد، «من همچنین فرض می‌کنم که حمل کردن همان وزن در همان قد در همان زمان، همان مقدار ماده جوهری را مصرف می‌کند» (۷۹، ص ۱۳۵).

با توجه به نظر ویلیام کرون[2]، پزشک انگلیسی (۱۶۳۳ـ۱۶۸۴)، فعالیت ورزشی شدید که با درد و سفتی عضلات همراه است به علت کافی نبودن جریان خون، عرق‌ریزی و دفع «مواد جوهری» به وجود می‌آید. به علاوه، او بر این اعتقاد بود که وجود عرق در سطح عضلات با تورم و انقباض عضلات اسکلتی ارتباط دارد (۸۰).

**مطالعات سوخت‌وسازی و گرمایی**

از آغاز قرن شانزدهم تا اوایل قرن هجدهم، پژوهشگران آن دوره تلاشی جدی را در استفاده از اصول ریاضیات و فیزیک برای حل پرسشهای پزشکی و زیست‌شناختی به کار گرفتند. یکی از افراد برجسته در این حرکت، استاد و پزشک ایتالیایی در ونیز و بعدها در پادوا[3] به نام سانتوریو سانتوریو[4] (۱۵۶۱ـ۱۶۳۶) بود که ابزارهای دقیقی را برای سنجش تغییرات ضربان قلب، دمای بدن و وزن بدن (صندلی تعادل) ابداع کرد. این ابزارها برای سنجش تغییرات هنگام نشستن، خوابیدن، و پس از فعالیت ورزشی، صرف غذا، دفع و غیره استفاده شده‌اند که به سرآمدی در عرصه مطالعات تعادل سوخت‌وسازی تبدیل شد (۴۷ و ۸۱). سانتوریو همچنین سلسله مطالعاتی را درباره تغییرات عرق‌ریزی محسوس و نامحسوس (۸۱) انجام داد. کلمات قصار او (#۱۹، این کلمات قصار شماره ۱۹ سانتوریو را نشان می‌دهد) نشان می‌دهند که فعالیت ورزشی شدید ذهن و بدن به وزن بدنی سبک‌تری منتهی می‌شود، در حالی که سالمندی و خطر مرگ نابهنگام یا زودهنگام را افزایش می‌دهد. برای حفظ چهره جوانی، افراد باید از عرق‌ریزی زیاد در گرما پرهیز کنند (#۳۶). کلمات قصار دیگر او با اهمیت تنظیم دما ارتباط دارند که می‌گوید مایعی که بر اثر فعالیت ورزشی شدید تبخیر می‌شود عرق است که از مایعات عمل نیامده (گرم‌نشده) منشأ می‌گیرد (#۱) و ضمناً اگر بدنهای سالم عرق نکنند، این شرایط را می‌توان با فعالیت ورزشی اصلاح کرد (#۳۴).

1. Johann Bernoulli
2. William Croone
3. Padua
4. Santorio Santorio

بدیهی است تعداد اندکی از دانشمندان قرن هفدهم طرف‌دار فعالیت ورزشی طاقت‌فرسا یا شدید بودند، زیرا آنها مانند بقراط و جالینوس به ناسالم بودن آن اعتقاد داشتند. این اعتقاد در میان به‌کارگیرندگان پزشکی در فیزیک[1] و به‌کارگیرندگان پزشکی در شیمی[2] متداول بود. نهایت این بود که یک عضو به ماشین مرتبط می‌شد (۶۷). این افراد تصور می‌کردند فعالیت سنگین یا بیشینه (برای مثال، دویدن و رقصیدن) و به ویژه آواز خواندن، که حرکات ریه‌ها را تا حد بارزی افزایش می‌دهد، به اختلالاتی مثل آسم، خلط خونین و سل ریوی منتهی می‌گردد (۸۲).

**خلاصه قرن**

عصر انقلاب علمی با کشف بسیار مهم گردش خون توسط هاروی آغاز شد. او می‌دانست که ظرفیت قلب و گردش خونِ وابسته به آن با فعالیت ورزشی افزایش می‌یابد، و نخستین کسی بود که بیان کرد قلب بزرگ‌تر و نیرومندتر با سلسله‌ای از فعالیتهای بدنی ارتباط دارد. لوور از آکسفورد یکی از طرف‌داران پیشروی نظریه انقباضات عضلانی به عنوان عامل افزایش جریان خون محیطی و مغز بود، و معتقد بود قلب منبع گرمای تولیدشده در بدن نیست. فیزیولوژیستهای آکسفورد به دفاع از این دیدگاه پرداختند که هوا و تنفس برای حیات ضروری‌اند و مایو نشان داد هوا عامل تغییر رنگ خون است. ویلیس این اندیشه را که مواد جوهری حیوانی از مغز به سوی عضلات حرکت می‌کنند ارتقا داد، که در آنجا انفجاری رخ می‌دهد و عضلات هنگام انقباض متورم می‌شوند. بورلی نظریه مواد جوهری را با بیان «شیره‌های جوهری» به عنوان عامل حرکت اعضا اصلاح کرد، در حالی که برنولی نیروی عضلانی را به آزاد شدن «شیره‌ها» و در دسترس بودن آنها مرتبط می‌دانست. سانتوریو دماسنج را تکمیل کرد و صندلی وزن‌کشی را توسعه داد که در آن تغییرات وزن و دما را هنگام صرف غذا، فعالیت ورزشی و خواب می‌سنجید و بدین طریق نخستین مطالعه تعادلی معروف را انجام داد. به رغم تعداد اندک مطالعاتی که درباره فعالیت ورزشی انجام شده بود، پژوهشگران همچنان بر این باور بودند که فعالیت ورزشیِ بیش از حد ناسالم است.

## قرن هجدهم

### نمای کلی

بریمن (۶۴) و روتشو (۴۷) قرن هجدهم را عصر روشنگری نامیدند، زیرا با ظهور و پدیدار شدن چند فلسفهٔ نو و مهم همراه بود. جان لاک[3] (۱۶۳۲ـ۱۷۰۴) انگلیسی ادعا کرد که همه علوم باید مبتنی بر تجربه باشند. ژان لورانه دولامبرت[4] (۱۷۱۷ـ۱۷۸۳) انگلیسی و دنیس دیدرو[5] (۱۷۱۳ـ۱۷۸۴) فرانسوی حامی جایگزینی عصر الهیات و ایمان با علم بودند. گاتفرید دبلیو. لایبنیز[6] (۱۶۴۶ـ۱۷۱۶) آلمانی درصدد نزدیک کردن دیدگاههای موجود و متضاد درباره ماده

1. iatrophysicists
2. iatromechanicists
3. John Locke
4. Jean le Rond d'Alembert
5. Denis Diderot
6. Gottfried W. Leibniz

و روح، سازوکار و الهیات، تجربه و دانش، آزادی و ضرورت، مذهب و فلسفه بود. سرانجام، ایمانوئل کانت[1] آلمانی (۱۷۲۴ـ۱۸۰۴) اظهار داشته است افراد هوش خود را بدون راهنمایی دیگران به کار می‌برند (۴۷ و ۶۷). نکته جالب این است که نیمه اول قرن هجدهم با مطالعات یا کشفیات فیزیولوژیایی اندکی همراه بود.

**مطالعات دستگاه تنفسی، سوخت‌وسازی و گردش خون**

در اواخر قرن هجدهم، کارل دبلیو. شیله[2] (۱۷۴۲ـ۱۷۸۶) سوئدی اکسیژن را کشف کرد («هوای آتشین») و جوزف پریستلی[3] از انگلستان (۱۷۳۳ـ۱۸۰۴) وجود «هوای اکسیژن‌دار»[4] را اعلام کرد. تقریباً در همان زمان، شیمی‌دان فرانسوی آنتوان لاوازیه[5] (۱۷۴۳ـ۱۷۹۴) به انجام آزمایشهایی مبادرت ورزید که نظریه ماده آتش[6] استال[7] را ویران ساخت و شالوده شیمیایی تنفسی، سوخت‌وساز و گرمای حیوانی را بنا نهاد (۴۷). همه نظریه‌پردازان مذکور در این دوره همانند سایر پزشکان که کتابهایشان با تفکر یا پیشرفت فیزیولوژیایی مرتبط نبود، فعالیت ورزشی را به دلیل حفظ سلامتی ترویج می‌کردند. در چنین مواردی، فعالیت ورزشی در چهارچوب غیرطبیعی جالینوس بحث می‌شد (۶۴ و ۸۳). با وجود این، مهم‌ترین مطالعات تنفسی و سوخت‌وسازی قرن را لاوازیه و شیمی‌دان فرانسوی آرماند سگوین[8] (۱۷۷۶ـ۱۸۳۵) انجام دادند. آنها اکسیژن مصرفی را هنگام استراحت، ناشتایی، هضم و کار کردن (حرکت کردن پاها روی تردمیل) سنجیدند (۸۴) (جزئیات این کار در اواخر همین فصل، در بخش نقطه عطف اکتشاف توضیح داده شده است). با مطالعات مقدماتی در مورد حیوانات، آنها پی بردند کربن داخل بدن وقتی تحت «اشتعال» قرار می‌گیرد، گرما، آب و اسید کربنیک تولید می‌کند (واکنش دی‌اکسیدکربن با آب). با وجود این، وی تصور می‌کرد که گرما با احتراق ذرات موجود در خون در ریه‌ها تولید می‌شود.

در این قرن، اطلاعاتی درباره گردش خون با مطالعات گسترده پزشک انگلیسی جان فلویر[9] (۱۶۴۹ـ۱۷۳۴) شکل گرفت. فلویر ساعت نبضی (مچی) دقیقی را در سال ۱۷۰۷ تولید کرد و از اطلاعات آن در طبقه‌بندی افراد به حالتهای اخلاطی گوناگون و تشخیص برخی نارساییها و بیماریهای خاص استفاده کرد (۸۵). برای مثال، نبض ۷۵ تا ۸۰ به عنوان گرم در درجه (گروه) اول فهرست می‌شد که با جابه‌جایی صفرایی مرتبط بود و بر اثر فصلهای گرم، هوای داغ، فعالیت ورزشی، شور و حال، مطالعه، داروهای داغ، حمام داغ، رژیم غذایی داغ و نگه داشتن (حبس) مدفوع به وجود می‌آمد. سرعت نبض ۶۰ تا ۶۵ به عنوان سرد در درجه دوم در نظر گرفته شد و در افراد مبتلا به افسردگی شناسایی گردید که در طحال رخ می‌داد و به دلیل تومورهای هیدروبیک و ضعف بنیه پدید می‌آمد. تعداد طبیعی عبارت از ۷۰ تا ۷۵ ضربان در

1. Immanuel Kant
2. Karl W. Scheele
3. Joseph Priestley
4. dephlogisticated air
5. Antoine L. Lavoisier
6. phlogiston: ماده‌ای که در گذشته عنصر فرار مواد محترقه پنداشته می‌شد و در احتراق مثل شعله پخش می‌گردید.
7. Stahl
8. Armand Seguin
9. John Floyer

دقیقه بود و تعداد ۱۴۰ ضربان در دقیقه می‌توانست به مرگ منجر شود! این عقیده فلویر بود که هرگونه تغییر در دمای خون، مواد جوهری و تغییر اخلاطی ناشی از فعالیت ورزشی، عامل تغییرات ضربان نبض به شمار می‌رود. افزون بر این، اگر این تعداد بیشتر از ۱۴۰ ضربان در دقیقه باشد و مرگی رخ ندهد، دلیل آن را به سختی بتوان درک کرد. وی پس از آزمایش در مورد خود گزارش کرده است که ۳۰ دقیقه راه رفتن ملایم، نبض او را تا ۱۱۲ ضربه در دقیقه افزایش داد. همچنین، نبض او پیش از اسب سواری ۷۶ و پس از آن ۹۰ ضربه در دقیقه بوده است. وی ضمناً تعداد تنفس را سنجید و آن را با تعداد نبض ارتباط داد، اما هیچ مدرکی وجود ندارد که نشان دهد وی هر دو را هنگام فعالیت ورزشی نیز سنجیده است. او تنفس را به عنوان عاملی کمکی برای به گردش درآوردن خون تصور می‌کرد (۷۴).

چند دهه بعد، پزشک و پژوهشگر ایرلندی به نام برایان رابینسون[1] (۱۶۸۰ـ۱۷۵۴) کتاب *رساله اکونومی جانوری* را منتشر کرد (۸۶). وی نوشت که تواتر نبض فرد در حالت خوابیده ۶۴ ضربه در دقیقه است که هنگام نشستن به ۶۸ ضربه، پس از ایستادن به ۷۸ ضربه، پس از ۴ مایل راه رفتن در ساعت به ۱۰۰ ضربه و پس از دویدن تا آخرین حد توان به ۱۴۰ تا ۱۵۰ ضربه در دقیقه تغییر می‌کند (۸۶). در این زمان سگوین و لاوازیه پی برده بودند که مقدار اکسیژن مصرفی با تواتر قلبی ضرب در تعداد تنفسها ارتباط دارد و استفان هالس[2] نیز دریافته بود که فعالیت ورزشی با گردش خون متناسب، افزایش دفعات سیستول، و بهتر شدن جریان خون در ریه‌های متسع‌شده، معده و شکم (روده‌ها) ارتباط دارد (۸۷). سرانجام، رابینسون مشاهده کرد که جریان خون عضلات با نیروی تولیدی عضلاتِ در حال انقباض ارتباط دارد.

**مطالعات عصبی ـ عضلانی، گوارش و دما**

رابینسون ضمناً معتقد بود نیروهایی که باعث حرکت اندامها می‌شوند تحت کنترل اراده‌اند که بر اعصاب عمل می‌کنند. از دید وی، اعصاب «ابزارهای اصلی احساس و حرکت»اند (۸۶، ص ۹۱). او از فعالیت ورزشی ملایم جهت افزایش قدرت و اندازه عضلات حمایت می‌کرد و معترف بود که افراد کارگر (ورزیده) نسبت به افراد غیرفعال بی‌تحرک، عضلات بزرگ‌تر و قوی‌تری دارند. در این دوره، جیمز کیل[3] (۱۶۷۳ـ۱۷۱۹)، پزشک انگلیسی، مشاهده کرد قدرت عضلات با تعداد فیبرهای موجود ارتباط دارد (۸۸). در سال ۱۷۶۰، جان تئوفیلوس دزاگولیر[4] (۱۶۸۳ـ۱۷۴۴)، کشیش و کتابدار انگلیسی‌ای که مردان نیرومند را ستایش می‌کرد، به ساخت نیروسنجی کمک کرد که می‌توانست قدرت عضلانی را به دقت بسنجد (۸۹ و ۹۰). ژوزف کلمنت تیسو[5] (۱۷۴۷ـ۱۸۲۶) در مقاله‌ای در باب فواید فعالیت ورزشی درمانی نشان داد که حرکت (فعالیت ورزشی) اندازه و قدرت عضلات را افزایش می‌دهد (۹۱).

این اندیشه را که فعالیت ورزشی می‌تواند فرایند هضم را تقویت کند ـ درست مانند دیدگاه تأثیر فعالیت ورزشی بر

1. Bryan Robinson
2. Stephen Hales
3. James Keill
4. John Theophilus Desaguliers
5. Joseph-Clement Tissot

تخلیه محتویات شکم ـ هم میلز و هم تیسو تکرار کردند. تیسو گفته است فعالیت ورزشی ضمن دفع «نمکهای ترش» و «اجزاء ناهمگن» از خون، عرق‌ریزی را نیز افزایش می‌دهد و در نتیجه از فاسد شدن خون جلوگیری می‌کند (۹۱). رابینسون نشان داد فعالیت ورزشی باید تا حدی باعث «تب» شود و به پوست گرما بدهد. وی همچنین به آزمایشهایی دست زد که در آن افراد دو مایل را ظرف ۳۰ دقیقه می‌پیمودند که ۸ الی ۹ انس عرق تولید می‌کرد و هشت برابر مقدار عرقی بود که در غیاب فعالیت ورزشی در گرمای تابستان تولید می‌شد (۸۶). رابینسون ارتباط بین عرق‌ریزی و تولید ادرار هنگام فعالیت ورزشی را آزمایش و مشاهده کرد که هر دو فرایند در ابتدای فعالیت ورزشی برابر بودند، اما با ادامه یافتن فعالیت ورزشی، تولید ادرار رو به کاهش گذاشت تا به مقداری کمتر از زمان شروع رسید. اگر به نسبت بیان کنیم، زمانی که پوست خیلی گرم شد، نسبت دفع ادرار از ۶ به ۱ به ۱۶ به ۱ تغییر کرد (۸۶). پیش از لاوازیه که گفته بود یکی از وظایف اصلی عرق‌ریزی نامحسوس کنترل مقدار گرمای بدن (برای مثال، تنظیم دما) است، بلک[1] گرمای نهفته تبخیر عرق را مشخص کرد و بلاگدن[2] تأثیر خنک‌کننده ناشی از تبخیر عرق را گزارش کرد (۹۲). با وجود این، هیچ گزارشی دال بر انجام آزمایشهای فعالیت ورزشی توسط لاوازیه و سگوین در این باره وجود ندارد.

### رساله تیسو

رساله تیسو در سال ۱۷۸۰ و در فرانسه منتشر شد و تا سال ۱۹۶۴ نیز به انگلیسی ترجمه نشد (۹۱). از آنجا که با متون فعالیت ورزشی درمانی ارتباط داشت، این دو جنبه مانع انتشار و انعکاس آن در بسیاری از آثار اولیه بوده است. این امر باعث تأسف بود، زیرا بسیاری از صفحات آن به آثار حرکت بر افراد سالم و اصول تجویز فعالیت ورزشی اختصاص داشت. قابل توجه‌ترین آنها قانون سوم ژیمناستیک (ورزش) او بود که درباره شدت و مدت فعالیت ورزشی با توجه به فصل، سن، جنسیت و مزاج بیمار نوشته شده است. او فعالیت ورزشی ملایم را به عنوان شرایطی توصیف کرده است که تنها به عرق‌ریزی یا تب سبک یا خستگی منتهی می‌شوند. دیدگاه وی درباره فعالیت ورزشی طاقت‌فرسا یا شدید معلوم نیست، اما وی اظهار کرده است «اینکه آیا حرکت ملایم یا شدید باشد، مادامی که مدت زمان آن نسبت مناسبی با قدرت فرد ورزشکار داشته و با برنامه درمانی پیشنهادی منطبق باشد، منعی ندارد» و این بدان معنا است که «همیشه بیشترین آثار خوبی را که درباره‌اش صحبت شده است تولید می‌کند» (۹۱، ص ۲۰).

### خلاصه قرن

از نظر فیزیولوژی فعالیت ورزشی، مهم‌ترین دستاوردهای قرن کشف اکسیژن توسط جوزف پریستلی، کارل شیله و آنتوان لاوازیه و سنجش مقدار اکسیژن مصرفی سگوین هنگام دویدن روی تردمیل توسط لاوازیه بود. لاوازیه سنجشهایی را در شرایط استراحت، با غذا و بدون غذا در شدتهای گوناگون انجام داد. بنابراین، وی نخستین آزمایش انسانی را درباره تغییر شکلهای انرژی اجرا کرد (نقطه عطف اکتشاف را ببینید). جان فلویر و برایان رابینسون توانستند

1. Black
2. Blagden

تواتر قلبی را هنگام فعالیت ورزشی ثبت کنند به طوری که فرارفتن ضربان از ۱۴۰ ضربه در دقیقه باعث نگرانی فلویر شده بود. رابینسون نیز تولید عرق و تشکیل ادرار را هنگام فعالیت ورزشی سنجید و به رابطه معکوس بین افزایش فعالیت ورزشی و عرق‌ریزی پی برد. رابینسون نوشته است: اعصاب باعث شروع حرکت می‌شوند و ضمناً افراد فعال نسبت به افراد غیرفعال عضلات بزرگ‌تر و قوی‌تری دارند. جیمز کیل نشان داد قدرت عضلانی با تعداد تارهای عضلانی ارتباط دارد، در حالی که جان دزاگولیر نیروسنجی را با توانایی سنجش این شاخص ساخت. جوزف کلمنت تیسو رساله‌ای را در سال ۱۷۸۰ به زبان فرانسه با رویکرد فعالیت ورزشی درمانی منتشر کرد که نظراتی مشابه نظرات رابینسون داشت، در حالی که مروج انجام فعالیت ورزشی متناسب با سن، فصل، جنسیت و مزاج فرد پیش از در نظر گرفتن شدت و مدت آن بود. متأسفانه این اثر در امریکای شمالی و بریتانیا تا سال ۱۹۶۴ به زبان انگلیسی ترجمه نشد.

## قرن نوزدهم

### نمای کلی

دهه‌های آغازین قرن نوزدهم که استمرار عصر روشنفکری یا «تجزیه و تحلیل قوانین طبیعت، تاریخ و مذهب با کمک استدلال بود به شکل‌گیری آزاداندیشی، اصالت فرد، و دموکراسی در سطح اجتماعی انجامید». علوم طبیعی به ویژه فیزیولوژی و شیمی از کشفی به کشفی دیگر پیش رفتند ... و سلسله‌ای از قوانین کلی پایه‌ریزی شد، در حالی که مبانی علمی‌ای را فراهم می‌کرد که بخش اعظم دستاوردهای فناورانه قرن بیستم بر آن استوار بود (۶۷). مورخان پزشکی، لیونز و پرتریوسلی[1] (۶۷)، قرن نوزدهم را «آغاز پزشکی نوین» توصیف کرده‌اند؛ روتشو، مورخ فیزیولوژی (۴۷)، این دوره را «دوره آغاز» قلمداد کرده است، و به نظر بریمن، مورخ فعالیت ورزشی (۶۴)، این دوره عصری بود که در آن «فعالیت ورزشی به دلیل نقش مهمی که از دیرباز در حفظ تندرستی داشت بیشتر مورد توجه پزشکان بود».

### انتشارات مرتبط

همچنین قرن نوزدهم دوره‌ای بود که در آن آثار زیادی درخصوص این موضوع منتشر شدند که جزء جدایی‌ناپذیر فیزیولوژی فعالیت ورزشی به شمار می‌روند.

#### *رساله سینکلر*

معدود فیزیولوژیستهای حاضر در انگلیس به فعالیت ورزشی علاقه‌مند بودند، اما علاقه شدیدی به رشته‌های ورزشی وجود داشت. در سال ۱۸۰۷، ارل کیتنس[2]، جان سینکلر[3]، کتابهایی را منتشر کرد که به ابعاد تمرین در انسان و حیوانات می‌پرداخت (۹۳). یکی از ابعاد جالب دیدگاه او آن بود که کتاب خود را بر اساس مشاهدات گزارش‌شده هرودیکوس،

1. Lyons and Pertrucelli
2. The Earl of Caithness
3. John Sinclair

آسکلپیادس، سلسوس، جالینوس، سِر فرانسیس بیکن و برایان رابینسون و نظرات مربیان معتبر آن دوران تدوین کرده بود. تلفیق نتایج نشان داد که تمرین چربی مازاد را کاهش می‌دهد، توده عضلانی را افزایش می‌دهد، استخوانها را محکم‌تر می‌کند و احتمال آسیب‌دیدگی را کاهش می‌دهد، عرق‌ریزی را افزایش می‌دهد، باد شدن (ریه‌ها) را بهبود می‌بخشد، زمان حبس نفس را طولانی‌تر می‌کند، و زمان بهبودی را کاهش می‌دهد. در میان حیوانات، اسبهای ورزیده نسبت به همتایان غیرورزیدهٔ خود خستگی کمتری نشان دادند و زودتر از آنها از پا درنیامدند. با در نظر گرفتن دوران و پیشینه تحصیلی مربیان، جای تعجبی ندارد که سینکلر قصد نکرد «هسته همه رژیمهای تمرینی» را تغییر دهد، مثل اجابت مزاج، استفراغ، عرق‌ریزی، رژیم غذایی و فعالیت ورزشی (۹۴).

### *رساله بیومونت*

در سال ۱۸۳۳، ویلیام بیومونت[1] (۱۷۸۵ـ۱۸۵۳) با مشاهدات الکسیس اس‌تی. مارتین[2] کانادایی که از جراحت تیر خوردن منجر به زخم عمیق شکمی جان به در برده بود توجه فیزیولوژیستهای خارج از ایالات متحده را به خود جلب کرد. بیومونت بیش از ۷۰ آزمایش از جمله فعالیت ورزشی را در مورد قسمت داخلی معده اس‌تی. مارتین انجام داد (۹۵). وی نتیجه گرفت که فعالیت ورزشی ملایم به گوارش سریع و بهداشتی منجر می‌شود، در حالی که فعالیت ورزشی شدید و خسته‌کننده این فرایند را کند می‌کند. به علاوه، وی اظهار داشته است:

> فعالیت ورزشی برای تولید عرق‌ریزی ملایم کافی است، ترشحات حفره معدی را افزایش می‌دهد و توده‌ای از مایعات شفاف و اندکی اسید تولید می‌کند و در درجه دوم ویژگیهای حل‌کنندگی عصاره معده را داراست. این احتمال وجود دارد که مایعی باشد مرکب و کمی شبیه آنچه عصاره معده خوانده می‌شود (۹۵، ص ۹۴).

### *رساله کومب*

در آغاز سال ۱۸۳۴، پزشک ادینبورگی به نام آندرو کومب (۱۷۸۷ـ۱۸۴۷) رساله‌ای درباره کاربرد فیزیولوژی در تندرستی و تربیت بدنی و روانی نوشت که حاوی نه فصل بود و در سال ۱۸۵۴ در ایالات متحده ۱۶ بار تجدید چاپ شد (۹۶). در این کتاب، وی از فعالیت ورزشی به دلیل فواید بهداشتی ناشی از آثار تحرک بر استخوانها، عضلات، قلب، ریه‌ها، دستگاه گوارش، و دستگاه عصبی‌مرکزی حمایت کرد. هرچند فعالیت ورزشی ملایم و فزاینده شرح داده شد، باز هم نیاز به تناوبهای (فواصل) استراحتی مورد توجه قرار گرفت. افزون بر این عدم فعالیت ورزشی با ضعف عضلات و، در مورد ریه‌ها، با احتمال بیماری ارتباط دارد. وی نشان داده است فعالیت ورزشی جریان خون عضلات را افزایش می‌دهد که این افزایش با اندازه و ساختار تلاشی که آنها انجام می‌دهند تناسب دارد؛ عضلات زمانی که به تواتر به کار گرفته می‌شوند (و شاید در نیروهای بیشتر) قطرشان افزایش می‌یابد و افزایش توان آنها با افزایش فعالیت دستگاه عصبی ارتباط دارد (۹۶).

---

1. William Beaumont
2. Alexis St. Martin

### رساله دانگلیسون

هرچند بیومونت از نظر خود درباره عملکرد دستگاه گوارش چشم‌پوشی کرد، دیدگاههای رابلی دانگلیسون[1] (۱۷۹۸ـ۱۸۶۹) درباره پزشکی و فیزیولوژی، که در سال ۱۸۳۵ منتشر شدند، بسیار مورد توجه بودند، زیرا وی کتابهای درسی مهمی درباره هر دو موضوع نوشته بود. هنگامی که وی عضو هیئت علمی دپارتمان بهداشت دانشگاه مریلند بود، رساله او (۹۷) اولین کتاب درباره داروهای پیشگیری‌کننده برای دانشجویان پزشکی بود (۶۴). کتاب حاوی یک فصل ۱۸ صفحه‌ای بود که فقط به فعالیت ورزشی اختصاص داشت. دانگلیسون تأکید کرده است فعالیت ورزشی برای سلامتی فرد مهم است و «عدم فعالیت عملی شرم‌آور است»، که باعث می‌شود فرد به کم‌کاری دستگاه عصبی ـ عضلانی، گردش خون، گوارش، ترشح و دفع مبتلا شود و این کم‌کاری می‌تواند به «خودْ بیمارانگاری»، حمله عصبی و سلسله‌ای از بیماریهای عصبی دیگر منجر شود که پیامد آن بسیاری از «امراض جسمانی» است (۹۷، ص ۴۴۲). وی فعالیت ورزشی را تحت عناوین فعال یا غیرفعال دسته‌بندی کرد و بر اهمیت فعالیت ورزشی دویدن تأکید کرد، که به معنای پیمودن مسیرهای طولانی در محیطهای ناآشنا برای بهتر شدن عملکرد گوارش و روان بود.

وی اعتدال در فعالیت ورزشی را به دلیل آثار سودمند و مؤثرش بر بدن توصیه می‌کرد، در حالی که فعالیتهای ورزشی شدید مثل دویدن، رقصیدن و کشتی گرفتن را توصیه نمی‌کرد، زیرا معتقد بود آنها باعث می‌شوند هوا اکسیژن کمتر و دی‌اکسیدکربن بیشتری داشته باشد که به بی‌قراریهای تنفسیِ منجر به خفگی، بزرگ شدن قلب، آنوریسم رگهای بزرگ، خون‌ریزی از ریه‌ها و بینی، شوکهای جسمانی، فتق، دررفتگیها، اسپرینها، و پارگی عضلانی منتهی می‌شود. به جز تأثیر فیزیولوژیایی افزایش گوارش، فعالیت ورزشی ملایم کار قلب و حرکات تنفسی مرتبط با آن را افزایش می‌دهد، جریان خون به مویرگها و کار آنها را تقویت می‌کند (تغذیه و ترشح)، نیرو، شکل‌پذیری و توده گوشتی عضله را زیاد می‌کند و رفع چربی از عضلات را بهبود می‌بخشد (۹۷).

### رساله بایفورد

نخستین نوشته در مورد فیزیولوژی فعالیت ورزشی به سال ۱۸۵۵ برمی‌گردد (۲). نویسنده آن ویلیام اچ بایفورد، پزشک و استاد کالج پزشکی راش[2] در شهر شیکاگو بود که پیش از آن آزمایشهای تجربی زیادی را درباره تأثیر فعالیت ورزشی بر گرما، گردش خون، تنفس و ترشحات در حیوانات و انسانها انجام داده بود. بایفورد از فواید بهداشتی (سلامتی‌بخش) فعالیت ورزشی آگاه بود و به نظر می‌رسد از بی‌تفاوتی حرفه پزشکی به این موضوع نگران بود. بنابراین، در این نوشته او کوشیده است درباره اهمیت این موضوع به سایرین اطلاع‌رسانی کند و آنها را آموزش دهد و به انجام پژوهش در این باره تشویق کند. بایفورد، فعالیت ورزشی را تحت عنوان آزادسازی ارادی یک یا همه عملکردهای جانوران مانند هوشی، حسی، حرکتی و صدا تعریف کرده و پدیده فعالیت ورزشی را تحت عنوان «تحریک عروقی،

1. Robley Dunglison
2. Rush

افزایش گرما، سرخی پوست و افزایش ترشح و دفع» توصیف کرده است (۲، ص ۳۳). با وجود این، وی اشاره‌ای به مقادیر گوناگون شدت مورد نظر خود نمی‌کند. از آنجا که خون ترکیبی اصلی است که از طریق آن همه اندامها مواد مغذی مورد نیازشان را برای انجام عملکرد خود دریافت می‌کنند، ضروری است تا تأمین خون، متناسب با افزایش نیاز بافت، افزایش یابد که این به نوبه خود به افزایش فعالیت عضلانی وابسته است. از آنجا که مواد مغذی از خون برداشته می‌شوند و خون تنها حاوی مواد زائد است، فرایند تبادل در درون مویرگها نیز با انقباض عضلانی افزایش می‌یابد. وی فرایند تبادل را به عنوان نیروی مویرگی دستگاه گردش خون تشریح کرده و یادآور شده است که هنگام منقبض شدن سریع و متواتر عضلات، آنها مقدار زیادی خون را از مویرگها به خود جذب می‌کنند و آن را به رگها و قلب انتقال می‌دهند. افزون بر این، این تبادل با فعالیت مکانیکی عضلات بر مویرگها به وجود می‌آید. او اذعان کرد این توضیح کامل نیست، زیرا به تأثیر مغز و اهمیت نقش مویرگ گردش خون نپرداخته است. به جز درگیر شدن دستگاههای گردش خون و عضلات، تحریک فعالیت ورزشی تحریکات و تغییرات احتمالی اتمی یا مولکولی‌ای را شامل می‌شود که در مراکز عصبی رخ می‌دهند و وظایف ارگانیک مرتبط به دفع عرق و ادرار را نیز دربر می‌گیرد. هنگامی که از تحریک عروقی نام برده می‌شود، توزیع خون و مواد مغذی موجود در آن به همه اندامها و بافتهای حیاتی مورد نظر است. این نقش به فعالیت ورزشی اهمیت دو چندانی می‌دهد، زیرا فعالیت ورزشی تکامل و عملکرد بافت را افزایش می‌دهد که مهم‌ترین آنها عضلات هستند. وی خاطرنشان کرده است خون مقادیر زیادی آلبومین یا ترکیبات پروتئینی دارد که ساختار بافتهای دیگر را تأمین می‌کنند و باعث عملکردهای خاصی در عضلات می‌شوند (او گمان می‌کرد بیش از نیمی از آلبومین موجود در خون را احتمالاً عضلات استفاده می‌کنند) (۲). سپس بایفورد بحث درباره نقش آلبومین در حالتهای بیماری و ارزش فعالیت بدنی در این فرایند را ادامه داد. فعالیت ورزشی برای افزایش گرمای بدن و دمای خون مهم است، زیرا این تغییر تباهی مواد مغذی را افزایش می‌دهد.

موادی که از پوست، کلیه و کبد ترشح می‌شوند نیز با فعالیت ورزشی تسهیل می‌شوند. با وجود این، پیامدهای فیزیولوژیایی زمانی رخ می‌دهند که بافتهای وابسته به این ترشحات نتوانند وظایف خود را انجام دهند که تا حدی به خاطر عدم فعالیت عضلانی است.

### *نوشته‌های آستین فلینت جونیور*

هرچند بایفورد اصطلاح فیزیولوژی ورزشی و مبانی فیزیولوژیایی آن را معرفی کرد، این آستین فلینت جونیور[1] پزشک (۱۸۵۳ـ۱۹۱۴) بود که نوشته‌هایش مدخل علمی آن را توسعه داد (شکل ۸ـ۱). فلینت خیلی تلاش کرد تا نام خود را از سایه پدرش خارج کند، زیرا پدر وی نیز پزشک و نویسنده حاذقی بود (۱۸۱۲ـ۱۸۸۶)، به همین دلیل مقالات وی مشکلات تألیفی دارند. وی پس از فارغ‌التحصیلی به همراه برنارد[2] به عنوان استاد در مدرسه پزشکی بوفالو[3] در فرانسه به

1. Austin Flint Jr.
2. Bernard
3. Buffalo

مطالعه پرداخت و زمانی که در دانشکده پزشکی بیمارستان بلویو[1] در نیویورک خدمت می‌کرد، به شهرت رسید. در سال ۱۸۷۵ شاید انتشار کتاب درسی *درباره فیزیولوژی انسان* که ۴ بار تجدید چاپ شد تأثیرگذارترین اثر وی باشد، به دلیل استفاده گسترده‌اش در مدارس پزشکی، که پزشکان زیادی را با مسئولیتهای آموزشی و مدیریتی در مؤسسات ارائه‌کننده دروس فیزیولوژی ورزشی در بخش تربیت بدنی تربیت می‌کردند (۹۸). در این کتاب، فلینت به بحث درباره تأثیر فعالیت ورزشی بر قلب می‌پردازد و یافته‌های برایان رابینسون را نیز نقل می‌کند. او بر تغییرات فشار خون تأکید و به یافته‌های شاویو[2] درباره جریان خون اشاره کرد و یادآور شد که انقباضهای عضلانی بازگشت وریدی را افزایش می‌دهند. وی هنگام بحث درباره سوخت‌وساز، نتایج فعالیت ورزشی سگوین و لاوازیه (نقطه عطف اکتشاف را ببینید) درباره تغییرات اکسیژن مصرفی، افزایش تهویه مورد نظر ویروت[3] و نتایج دی‌اکسیدکربن ادوارد اسمیت[4] را نیز در موضوع بحث خود گنجاند. به علاوه، او متذکر شده است در شرایط خستگی و واماندگی شدید، محتوای دی‌اکسیدکربن هوای بازدمی کاهش می‌یابد (پرتهویه‌ای). در زمان چاپ نخست کتابش، فلینت به بحث در باره اینکه آیا نیتروژن بر اثر فعالیت ورزشی عضلانی دفع می‌شود یا خیر پرداخته بود (اساساً بحث این بود که آیا پروتئینها ماده اصلی عملکرد عضلات هستند یا خیر). در سال ۱۸۷۰، فلینت با مشاهده دقیق دفع ادراری نیتروژن فردی که ۳۱۸ مایل را در پنج روز پیاده طی کرده بود دریافت که او به ازای هر ۱۰۰ واحد نیتروژن خورده‌شده، ۱۵۴ واحد نیتروژن دفع کرده است. بنابراین، وی تصور کرد که فعالیت ورزشی «شدید» سبب تجزیه بافت می‌شود که با افزایش دفع پروتئینهای بدن پدیدار می‌گردد (۹۹). در این کتاب درسی، عمل یا تلاش عضله در کل با توجه به پاسخهای عضلات قورباغه به تحریکهای الکتریکی بحث شده است. او نوشته است اندازه و توان عضلات با تکرار فعالیت ورزشی افزایش می‌یابند. به علاوه، او تصور می‌کرد تکرار فعالیت ورزشی باعث افزایش اندازه تارهای عضلانی می‌شود ولی تعداد فاسیکولها زیاد نمی‌شود. هرچند مایع (یا شیره) عضلانی در شرایط استراحتی اندکی قلیایی است، فعالیت ورزشی ملایم باعث خنثی‌تر شدن آن می‌شود، اما با فعالیت ورزشی شدید، به دلیل وجود اسید لاکتیک، اسیدی می‌گردد.

**شکل ۸ـ۱** آستین فلینت جونیور (۱۸۵۳ـ۱۹۱۴)، پزشکی که مطالعات و کتاب درسی‌اش در پذیرش فیزیولوژی فعالیت ورزشی به عنوان رشته‌ای علمی بسیار کارساز بود.

1. Bellevue
2. Chauveau
3. Vierordt
4. Edward Smith

تأثیر فعالیت ورزشی بر دمای بدن مورد تأکید قرار گرفته و به دنبال فعالیت ورزشی عضلانی شدید کران بالا ۱۰۴ درجه فارنهایت (۴۰ درجه سانتی‌گراد) گزارش شده است که این به نوبه خود موجب افزایش عرق‌ریزی می‌شود. این حقیقت که فعالیت عضلانی می‌تواند دمای عضله را افزایش دهد با وارد کردن یک سوزن ترموالکتریکی به درون عضله دو سر بازویی فرد در حال اره کردن چوب تأیید شد که افزایش ۲ درجه فارنهایتی را نشان داد. سرانجام، فلینت به این باور رسید که فعالیت ورزشی باعث افزایش رشد استخوانها و طولانی‌تر شدن عمر نیز می‌شود (۹۸).

در سال ۱۸۷۸، کتاب فلینت با عنوان *درباره منبع توان عضلانی* منتشر شد که در آن آزمایشهای لای‌بیگ[1]، لمن[2]، فیک و ویسلیسنوس[3]، پارکس[4]، پاوی[5] و آزمایشهایی که خودش به همراه وستون[6] انجام داده بود به تفصیل آمده‌اند (۱۰۰). جای تعجب ندارد که موضوع آزمایشها تأثیر فعالیت ورزشی بر تعادل نیتروژن بود. نتایج چشمگیری به قرار زیر به دست آمدند:

V. آزمایشها نشان می‌دهند فعالیت ورزشی عضلانیِ بیش از حد و طولانی‌مدت می‌تواند از بین رفتن برخی از اجزاء تشکیل‌دهنده بدن را تا حدی افزایش دهد که با غذا ترمیم نمی‌شود. در این شرایط، با افزایش دفع نیتروژن به ویژه در ادرار مواجه خواهیم بود.

VII. با فعالیت ورزشی منظم دستگاه عضلانی عمومی یا برخی عضلات خاص، با وقفه‌های مناسب استراحت برای ترمیم و رشد، امکان افزایش حجم، سختی، توان و استقامت عضلات افزایش می‌یابد. تنها نظریه منطقی که می‌توان در توجیه این فرایند ارائه کرد به این شرح است: هرچند فعالیت ورزشی فعالیت پنهان‌سازی ماده عضلانی را افزایش می‌دهد، فرایندی ضروری برای افزایش فعالیت دستگاه گردش خون در عضلات است تا دفع فیزیولوژیایی فراورده‌های آنها ممکن شود. این افزایش فعالیت گردش خون با افزایش فعالیت فرایندهای مغذی، که ذخیره مواد مغذی را به حد کافی تأمین می‌کند، همراه است، و ضمناً این نکته را گوشزد می‌کند که فعالیت ورزشی با دوره‌های مناسب استراحتی امکان تداوم می‌یابد. این تنها راهی است که می‌توان فرایند رشد عضلات توأم با تمرین را درک کرد، که در این فرایند باید شرایط تمرینی، استراحت پس از فعالیت ورزشی و تغذیه مناسب را مدنظر قرار داد. غذا مواد نیتروژن‌دار را برای تأمین دفع مواد نیتروژنی بافتها در اختیار بدن می‌گذارد.

VIII. از آنچه درباره تغذیه و عدم جذب عضلات در مواقع کار معمولی یا فرامعمولی می‌دانیم می‌توان نتیجه گرفت که چنین کاری همیشه با تخریب مواد عضلانی همراه است که با توجه به مقدار کار انجام‌شده و مقدار و نوع تغذیه همیشه با غذا جبران نمی‌شود (۱۰۰، ص ۹۴ـ۹۶).

### *رساله هارتول*

در سال ۱۸۸۶ ادوارد ام. هارتول[7]، دارای دکترا از دانشگاه جان هاپکینز، در سخنرانی خود میثاق‌نامه انجمن امریکایی

1. Liebig
2. Lehmann
3. Fick and Wislicenus
4. Parkes
5. Pavy
6. Weston
7. Edward M. Hartwell

توسعه تربیت بدنی را اعلام کرد. عنوان سخنرانی وی «در باب فیزیولوژی فعالیت ورزشی» بود. این سخنرانی متعاقباً در قالب دو بخش در *مجله پزشکی و جراحی بوستون* چاپ شد (۱۰۱ و ۱۰۲). او در سخنرانی خود به این موضوع پرداخت که «به طور کلی، ویژگیهای بنیادی و ضروری فعالیت ورزشی به درستی بیان نمی‌شوند و آثار مناسب آن اغلب نادیده گرفته می‌شوند و به همین دلیل موضوع خود را فیزیولوژی فعالیت ورزشی انتخاب کردم» (۱۰۱، ص ۲۹۷). پس از کاربرد تعریف دو بویس ـ ریموند[1] از فعالیت ورزشی («تکرار پیاپی کار کمابیش پیچیده بدنی با همکاری ذهن، یا یک عمل ذهنی به تنهایی، با هدف توانمند شدن در انجام هرچه بهتر آن»)، او به بحث درباره ویژگیهای ساختاری انقباضی بافت عضله و پاسخ آن به محرکهای عصبی پیش از شروع فعالیت پرداخت. اهمیت افزایش جریان خون در عضلات اسکلتی فعال مورد تأکید قرار گرفت. وی اشاره می‌کند خون واردشده به عضله قرمز روشن و سرشار از اکسیژن با مقدار اسیدکربنیک کم است، حال آنکه در زمان بازگشت به قلب آبی تیره با دمای زیادتر و حاوی مواد زائد و میزان «اکسیژن کمتر» است. اگر این شرایط معکوس نشود، تحریک‌پذیری عضله کمتر می‌شود و به محرک قوی‌تری نیاز خواهد بود. به گفته او اگر عضلات به اندازه کافی غذا، اکسیژن و استراحت دریافت کنند، حجم و وزن آنها افزایش می‌یابد، زیرا تعداد و اندازه تارهای تشکیل‌دهنده آن افزایش می‌یابند. تکرار فعالیت ورزشی عضلات را بزرگ‌تر، سخت‌تر و قوی‌تر می‌کند. او می‌گوید عضلات به دلیل تبدیل انرژی در درون بافتها «ماشینهای توانی کامل‌تری»اند تا ماشینهای بخار و سلاحهای جنگی («انرژی پتانسیل مواد متشکل به کار تبدیل می‌شود که ما نمود آن را در حرکت، تولید گرما و اعمال شیمیایی درگیر در فرایندهای تغذیه‌ای، ترشحی و دفع مشاهده می‌کنیم» [۱۰۱، ص ۳۰۱]). فعالیت ورزشی برای دستیابی به سلامتی مهم است و نبود فعالیت ورزشی می‌تواند با اکسایش ناقص غذا، انباشت مواد زائد، اختلال در گوارش و دستگاه عصبی ضعیف، عضلات سست، ترشحات ناکامل، آغاز ناخوشی و رخداد بیماریها همراه باشد (۱۰۱، ص ۳۰۱). او چنین نتیجه‌گیری می‌کند که برای رسیدن به وضعیت سلامتی به طور متوسط فرد باید روزانه ۸ تا ۹ مایل پیاده‌روی کند.

هارتول بر فرایند رشد و تکامل اقشار مختلف جامعه انگلستان نیز متمرکز شد. برای هارتول روشن بود افراد جوانی که «والدین توانگر» و محیط مناسب دارند، از نظر شاخصهای قد و وزن برتر از جوانانی‌اند که والدین کارگر دارند. وی نتیجه گرفت این اختلاف تا حدی ریشه در عدم فعالیتهای بازی‌گونه و فعالیت ورزشی کافی دارد. وی در بخشهای پایانی سخنرانی خود، تأثیر فعالیت ورزشی را بر دستگاه عصبی ـ با تأکید بر مغز ـ مورد توجه قرار می‌دهد. پس از اشاره به تأثیر استفاده و عدم استفاده بر دستگاه عضلانی بیان می‌کند استفاده و عدم استفاده «آثار مشابهی بر سلولها و تارهای عصبی حسی و حرکتی دارند». هارتول دستگاه عصبی یک آهنگر را با پسر بچه‌ای ۵ ساله مقایسه می‌کند و نشان می‌دهد اندازه، انشعابات و تماسهای اعصاب حرکتی و سلولهای موجود در مناطق حرکتی آهنگر به دلیل تأثیر فعالیت ورزشی مستمر در مراحل حساس رشد تا حدودی بزرگ‌تر و بیشترند. پس از آن وی به ابعاد وراثت انسان می‌پردازد و می‌گوید:

1. du Bois-Reymond

به فعالیت ورزشی عضلانی باید بیشتر از معمول توجه کرد و ضمناً هنگامی که این فعالیت به درستی انتخاب، تنظیم و هدایت شود نه‌تنها نتایج مفیدی برای فرد به ارمغان می‌آورد، بلکه وضعیت او را بهتر می‌کند. فعالیت ورزشی دست‌کم می‌تواند از بسیاری جهات از او انسان بهتری نسبت به پدرش بسازد و وی را توانمند می‌سازد تا اندیشه‌ها و اعمال بهتری داشته باشد (۱۰۲، ص ۳۲۴).

با وجود این، او هیچ سندی در حمایت از این اظهارات خود ارائه نمی‌دهد.

### *رساله کُلب*

در سال ۱۸۹۳، کتاب پزشک و ورزشکار برجسته آلمانی، جرج کُلب[1] به نام *فیزیولوژی ورزشی* در انگلستان به انگلیسی ترجمه و چاپ شد (۱۰۳). این کتاب حاوی نتایج و نظرات حاصل از مطالعاتی موردی است که وی درباره اعضای «برلینر ـ رودر ـ کلوب»[2] انجام داد که محور این مطالعات حداکثر تلاش و تمرین ورزشکاران بود (آنها قایق‌ران بودند). او کتاب خود را با بحث درباره خستگی با حداکثر فعالیت آغاز می‌کند که ابتدا در عضلات اسکلتی تجربه می‌شود، ولی با نارساییهایی در دستگاه گردش خون، دستگاه تنفسی، دستگاه عصبی و احتمالاً تمرین بیش از حد ورزشکاران ارتباط دارد. علاوه بر نشان دادن اینکه عضلات اسکلتی برای فعالیتهای ورزشی مهم‌اند و با خستگی ورزشکاران ارتباط دارند، آنها باید به هر طریقی قوی شوند. در مورد قایق‌رانان، این به معنای تمرین روزانه (۳ دقیقه) دستها و پاها با دمبلهای ۴ تا ۵ پوندی (۲ تا ۲/۵ کیلوگرمی) برای هر کدام و خم کردنهای کامل زانو ویژه بازکننده‌های بالای ران بود. چند فصل کتاب به پاسخهای دستگاه قلبی ـ عروقی اختصاص دارد و صفحه‌های زیادی نیز به ثبت سیر امواج نبض با دستگاه نبض‌نگار پرداخته است (۱۰۳، ص ۳۳). وی گزارش کرد که حداکثر تلاش (تلاش بیشینه) در قایق‌رانان با تواتر قلبی ۲۳۰ تا ۳۵۰ ضربه در دقیقه و فشار (خون) سرخرگ رادیالی تقریباً ۱۸۵ میلی‌متر جیوه مرتبط بود. پس از چند ماه تمرین، تواتر قلبی تا ۱۶ ضربه در دقیقه کاهش یافت و فشار خون نیز تا ۲۰ میلی‌متر جیوه پایین آمد.

وی پس از تجزیه و تحلیل نتایج دستگاه نبض‌نگار، نتیجه گرفت حداکثر فعالیت، تواتر و کار قلب را افزایش می‌دهد، اتساع قلب را تغییر می‌دهد، سرعت جریان خون را زیاد می‌کند و باعث هیپرتروفی عضلانی و قلبی می‌شود. اصطلاح «شلی قلبی» برای تشریح وسیع شدن یا بزرگ شدن قلب استفاده شد. او نشان داد شرایط پاتولوژیکی‌ای وجود دارد که در آن شلی قلبی افزایش می‌یابد، اما این شرایط ویژگی قایق‌رانان ورزیده نبود. کلب به توضیح تغییرات تنفسی قایق‌رانان پرداخت و گزارش کرد که با فعالیت سنگین، تعداد تنفس از ۱۲ تا ۶۰ بار در دقیقه قابل افزایش و حفظ می‌شود. در حقیقت، او مقادیر تا ۱۴۰ را قبل از آنکه نارسایی عضله رخ دهد گزارش کرده است (۱۰۳). مقادیر ظرفیت حیاتی پس از رویدادهای قایق‌رانی کاهش یافتند که دلیل آن احتمالاً افزایش حجم خون درون ریه‌ها بود. با آزمایش در مورد خود در مسابقات قایق‌رانی که یک تا نه دقیقه طول کشید، دریافت که درصد دی‌اکسیدکربن موجود در هوای بازدمی از ۴/۳ به ۶ درصد و در پایان مسابقه تا ۹ درصد افزایش داشت. طبق محاسبات وی، در مسابقه ۸ دقیقه‌ای، او در

1. George Kolb
2. Berliner-Ruder-Club

ریه‌های خود تبادل هوایی (گازی) معادل ۶۰۰ لیتر هوا داشت که تقریباً ۳۹ لیتر آن دی‌اکسیدکربن بود. او بر این باور بود که تنگی نفس به دلیل تأثیر ترکیبی فقدان اکسیژن و افزایش دی‌اکسیدکربن است که بر مرکز تنفس عمل می‌کند. به علاوه، او خستگی قایق‌رانان را به دستگاه تنفسی نسبت داد، زیرا عضلات نتوانسته‌اند با افزایش اسیدکربنیک مقابله کنند. قایق‌رانان ورزیده با برخورداری از تواترهای تنفسی استراحتی و فعالیت ورزشی کمتر و داشتن عضلات تنفسی قوی‌تر و پرتهویه‌تر مشخص شده‌اند. کلب معتقد بود «فعالیت ورزش دادن ریه‌ها» امری ضروری است و دویدنهای کوتاه ۳ دقیقه‌ای روزانه را توصیه می‌کرد.

او گزارش کرده است که فعالیت قایق‌رانی غالباً دمای مقعدی را (بدون هیچ‌گونه زیان بارزی برای فرد) تا ۱۰۴ درجه فارنهایت افزایش می‌دهد، هرچند گرفتن دوش آب سرد پس از تمرین یا مسابقه در بیشتر باشگاهها امری عادی و مرسوم بوده است. گرچه هزینه انرژی قایق‌رانی تا ۳۳۰۰۰ کیلوگرم بر متر در ثانیه محاسبه شده، وی اذعان داشته است این مورد بیشتر تقریبی است تا واقعی. کتاب مذکور فصلی درباره تجزیه و تحلیل ادرار دارد که در آن اهمیت هیدراته شدن (آب‌رسانی) مورد تأکید قرار گرفته است، در حالی که توجه زیادی به افزایش اوره و آلبومین توأم با فعالیت ورزشی نشده است. در فصل نارسایی عصبی، وی کوشیده است توضیح دهد که نارسایی عصبی چگونه می‌تواند موجب خستگی شود و با استفاده از داده‌های دستگاه نبض‌نگار از فرضیه‌ها و نظریه‌های خود حمایت کرده است. در اصل، او آن را به عنوان حالت افسردگی وابسته به تمرین بیش از حد می‌داند که دلیلش را با «افزایش جریان خون خروجی از دستگاه شریانی وابسته به اتساع مستمر مویرگهای موجود در عضلات که به صورت مداوم هیپرتروفی شده‌اند» در ارتباط می‌داند (۱۰۳، ص ۱۶۳).

### *رساله لاگرانگ*

در سال ۱۸۹۰، کتاب پزشک فرانسوی، فرناند لاگرانگ،[1] با عنوان *فیزیولوژی فعالیت ورزشی در بدن* به زبان انگلیسی ترجمه شد و در دسترس مدرسان فیزیولوژی فعالیت ورزشی قرار گرفت (۱۰۴). این کتاب حاوی ۳۹۵ صفحه در سی‌وهشت فصل و شش بخش است که برخی از عناوین آن عبارت‌اند از: فعالیت عضلانی، خستگی، خو گرفتن به فعالیت، فعالیتهای ورزشی گوناگون، نتایج فعالیت ورزشی، جایگاه مغز در فعالیت ورزشی و ۲۰ منبع. این کتاب از زمان انتشار کانون بحث و جدل فراوانی بوده است که نخست با جرج فیتز[2] آغاز شد. به گفته وی، کتاب ارائه ناقصی دارد و غیرآکادمیک است و از نظر پرداختن به موضوعات با محدودیتهای جدی مواجه است (۱۰۵) و به تازگی نیز مک‌آردل، کچ و کچ[3] نظر بریمن را به چالش کشیده‌اند مبنی بر اینکه این کتاب را نخستین کتاب در باب فیزیولوژی فعالیت ورزشی معرفی کرده بود (۱۰۵). تیپتون با ارزیابی فیتز موافق است و نظر همکاران برجستهٔ خود را قبول ندارد، زیرا طبق نظر او یک نوشته ضعیف با مستندات ناکافی و توضیحات ناکامل قصد و نیت، ارائه یا تاریخ انتشار آن را تغییر نمی‌دهد

1. Fernand LaGrange
2. George Fitz
3. McArdle, Katch and Katch

و گفته است که کتاب درسی برایان رابینسون (۸۶) آن‌قدر محتوا و جزئیات کامل دارد که می‌تواند مدنظر قرار گیرد. با وجود این، شناسایی و متمایز کردن یک کتاب به عنوان نخستین کتاب علمی که موقعیت رشته را به شایستگی نشان دهد به نسخه سال ۱۹۱۹ کتابی با عنوان *فیزیولوژی فعالیت عضلانی*، نوشته باین بریج[1] برمی‌گردد که کمپانی لانگمن، گرین[2] (۶) آن را چاپ و منتشر کرده است.

## قرن نوزدهم و پایه‌ریزی دروس رسمی در فیزیولوژی فعالیت ورزشی

### نمای کلی

یادآوری می‌شود برای آنکه رشته‌ای به عنوان رشته آکادمیک به رسمیت شناخته شود، باید دروس رسمی آن مطابق با برنامه‌های مدون تهیه شود. هرچند مقاله بایفورد در سال ۱۸۵۵ فیزیولوژی فعالیت ورزشی را مورد توجه قرار داد، تقریباً هیچ تأثیری بر فیزیولوژیستها یا دپارتمانهای فیزیولوژی در ایجاد برنامه‌ها یا دروس این حوزه نداشت.

### مدرسه علمی لارنس

پس از جنگهای داخلی، علاقه روزافزونی در جامعه امریکا به بهداشت فردی و عمومی، ژیمناستیک (انواع ورزشها)، ورزشهای سوئدی، تمرین بدنی، تربیت بدنی، تفریح در فضای باز و ورزشهای رقابتی به وجود آمد (۹۴). به علاوه، این گرایش و علاقه تا قرن بیستم به خوبی و با همان شدت ادامه یافت. دو مورد از نتایج آن تأسیس برنامه‌های تربیت بدنی در سطح دبیرستانها و کالجها و تشکیل سازمانهای حرفه‌ای بودند. از جمله اهداف این برنامه‌ها عبارت بودند از: ارتقای بهداشت و تندرستی جسمانی و توسعه برنامه‌های آموزشی. یکی از هدفهای اصلی بهداشت، اطلاع‌رسانی درباره فیزیولوژی دستگاههای گردش خون، تنفس، عضلانی، گوارش و دفع بود (۱۰۷). یک نمونه از برنامه‌های طراحی‌شده ویژه آماده‌سازی فارغ‌التحصیلان برای کرسیهای تدریس در مدارس، باشگاههای ورزشی، آژانسهایی مانند YMCA، ورزشگاهها و غیره عبارت بود از مدرسه علمی لارنس[3] و دپارتمان آناتومی، فیزیولوژی و تمرین بدنی در دانشگاه هاروارد واقع در ایالت ماساچوست (۱۰۷). هرچند مدرسه علمی لارنس در سال ۱۸۴۷ تأسیس شد، بعد از سال ۱۸۹۲ بود که برنامه علمی ۴ ساله‌ای در زمینه آناتومی، فیزیولوژی و تمرین بدنی برای آماده کردن افراد به منظور انجام مسئولیتهایشان در ورزشگاهها یا ورود به سال دوم مدرسه پزشکی راه‌اندازی شد. فیزیولوژی فعالیت ورزشی در قالب کلاس نظری در سال چهارم و توسط جرج ولز فیتز پزشک تدریس می‌شد. این دوره مستلزم گذراندن تجربه‌ای آزمایشگاهی بود که در نوع خود در امریکا نخستین بود. این برنامه تنها نه فارغ‌التحصیل داشت و در سال ۱۸۹۹ به دلایل مالی، فلسفی، رهبری و سیاسی به پایان رسید. هنوز هم معلوم نشده است در این مدرسه چه کتابی تدریس می‌شد یا در مورد چه موضوعاتی در این دوره بحث و تدریس می‌شد (۱۰۷). پیش از ورود به قرن جدید، مؤسسات دیگری برنامه‌هایی با درجه دانشگاهی برقرار کردند که مستلزم آموزش رسمی فیزیولوژی فعالیت ورزشی بودند. باید خاطرنشان

1. Bainbridge
2. Longmans, Green
3. Lawrence

کرد در همه این مراکز پزشکان پستهای مدیریتی و رهبری را در اختیار داشتند که برای نمونه می‌توان به این موارد اشاره کرد: کالج اوبرلین[1] در اوهایو (دلفین هانای[2] پزشک)، کالج بین‌المللی مردان جوان کریستین[3] (که هم‌اکنون به نام کالج اسپرینگ فیلد شناخته می‌شود) در ماساچوست (لوتر هالسی گولیک[4] پزشک و بعدها جیمز مکاردی[5])، دانشگاه استنفورد در کالیفرنیا (توماس دنیسن وود[6] پزشک) و کالجی در دانشگاه هاروارد که فیتز در آن بود. اهمیت این دروس در برجسته کردن ضرورت یک رشته علمی نوظهور نهفته بود.

جزئیات پیدایش فیزیولوژی فعالیت ورزشی بر مبنای کلاسهای دپارتمانهای تربیت بدنی در سال ۱۹۹۶ و انتشار APS نخستین *کتاب کاری فیزیولوژی* ویژه فیزیولوژی فعالیت ورزشی را می‌توان در بخش بوسکرک و تیپتون[7] مشاهده کرد (۱۰۸).

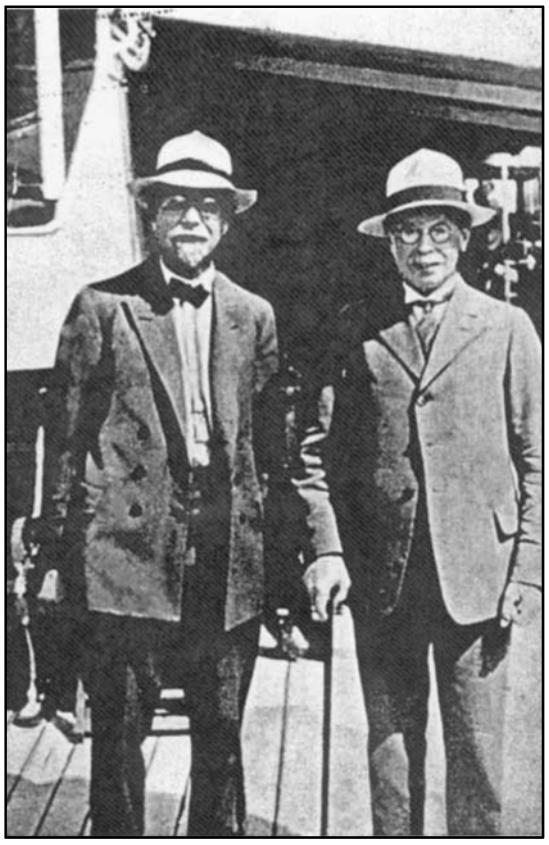
## مطالعات قرن نوزدهم و اوایل قرن بیستم که آگاهی درباره فیزیولوژی فعالیت ورزشی را ارتقا دادند

### دستگاههای عصبی مرکزی، محیطی و خودکار

در سال ۱۸۸۸، که فیزیولوژی آلمانیها بر اروپا حکم‌فرما بود، و در شهر برلین ناتان زانتز[8] (۱۸۴۷ـ۱۹۲۰) مشغول مطالعه درباره فعالیت ورزشی بود؛ اتفاق نظر بر این بود که فعال شدن دستگاه عصبی به حرکت منتهی می‌شود. در این سال، گپرت[9] و زانتز آزمایش هیپرپنه‌ای (با تعداد تنفس خیلی زیاد) انجام دادند که این اندیشه را ارتقا داد: دستگاههای عصبی و خودکار (غیرارادی) درگیر می‌شوند، فعالیت ورزشی باعث آزاد شدن ماده‌ای به درون خون می‌شود که مستقیماً بر مرکز تنفس در مغز تأثیر می‌گذارد و گیرنده‌های عصبی موجود در عضلات فعال مستقیماً باعث افزایش پاسخهای تنفسی می‌گردند (۱۰۹). چند سال بعد در شهر استکهلم، یانس اریک یوهانسون[10] نشان داد فعالیت ورزشی انفعالی (غیرفعال) پای یک خرگوش به افزایش تواتر قلبی منجر می‌شود که ظاهراً با فعال شدن مراکز عصبی مغز ارتباط دارد (۱۱۰).

پس از ورود به قرن جدید، آگوست کروگ[11] (۱۸۶۲ـ۱۹۴۹، برنده جایزه نوبل در سال ۱۹۲۰) و یوهانس لینهارد[12] (۱۸۷۰ـ۱۹۴۷) دانمارکی (شکل ۹ـ۱) به بررسی آثار قلبی ـ عروقی فعالیت ورزشی سبک و سنگین پرداختند و پاسخهای گوناگونی را مشاهده کردند که ریشه در «سازوکار عصبی»ای دارند که در کمتر از یک ثانیه رخ می‌دهد (۱۱۱). آنها نتایج این بررسیها را به پرتوافکنی امواج صادره از کورتکس حرکتی نسبت دادند تا بازتاب عضلات (۱۱۱، ص ۱۲۲). آنها پی بردند که مشاهداتشان به مبنایی برای مفهوم فرمان مرکزی توأم با فعالیت ورزشی تبدیل می‌شود!

1. Oberlin
2. Delphine Hanna
3. Christian
4. Luther Halsey Gulik
5. James H. McCurdy
6. Thomas Denison Wood
7. Buskirk and Tipton
8. Nathan Zuntz
9. Geppert
10. Jons Erik Johansson
11. August Krogh
12. Johannes Lindhard



**شکل ۹ـ۱** آگوست کروگ و یوهانس لینهارد دانمارکی. این پژوهشگران برجسته تحقیقاتی را درباره آثار فعالیت ورزشی بر دستگاه تنفسی، گردش خون و سوخت‌وساز انجام دادند که به افزایش شناخت رشته فیزیولوژی فعالیت ورزشی کمک شایانی کرد. کروگ در سال ۱۹۲۰ برنده جایزه نوبل در فیزیولوژی و پزشکی شد.

برای ارزیابی آثار غیرارادی، تغییرات تواترهای قلبی سنجیده شدند. در سال ۱۸۹۵، هاینریش اِوالد هرینگ[1] (۱۸۶۶ـ۱۹۴۸) اهل پراگ خرگوشها را وادار به فعالیت ورزشی کرد و افزایشی را در تواتر قلبی دید که ریشه در افزایش فعالیت عصبی شتاب‌دهنده و کاهش آثار واگی (پاراسمپاتیکی) داشت (۱۱۲). با استفاده از آزمودنیهایی که در دانشگاه میشیگان در سال ۱۹۰۴ فعالیت ورزشی می‌کردند، ویلبر بون[2] دوره‌های نهفته پس از چرخه تواتر قلبی اولیه را سنجید و نشان داد افزایش یادشده می‌تواند به دلیل کاهش تأثیر محدودکننده مرکز بازدارنده (فعالیت واگی) بر اثر کورتکس حرکتی و یا پایانه‌های عصبی عضلات باشد (۱۱۳، ص ۲۴۳). ده سال بعد، هربرت گسر و والتر میک[3] در دانشگاه ویسکانسین، سگهای در حال فعالیت ورزشی را مطالعه کردند. آنها یک بلاکر گیرنده‌های موسکارینی (آتروپین)[4] را به سگها تزریق کردند و بدین ترتیب عصب واگ و غده فوق کلیوی آنها را از کار انداختند. آنها نتیجه گرفتند که مهار امواج واگی (محرومیت از واگ) «اقتصادی‌ترین ابزاری» است که با آن تواتر قلبی می‌تواند افزایش یابد (۱۱۴).

این ایده که دستگاه عصبی‌سمپاتیکی هنگام فعالیت ورزشی فعال می‌شود از آنِ والتر بی. کانن[5] (۱۸۷۱ـ۱۹۴۵) از دانشگاه هاروارد است. او به عصاره غدد فوق کلیوی علاقه‌مند شد که آثار فیزیولوژیایی آن همانند آثار ماده‌ای بود که با تحریک عصب احشایی از غدد فوق کلیوی رها می‌شود. در این دوران، کانن اپی‌نفرین را بیشتر به عنوان فراورده‌ای درون‌ریز تلقی می‌کرد تا یک نوروترانسمیتر (میانجی عصبی) و وظایف آن را در افزایش غلظت گلوکز برای توان عضلانی و توزیع مجدد جریان خون مورد نیاز برای جنگیدن و دویدن مفید می‌دانست (۱۱۵). در فصل بعد، درباره نقش دستگاه سمپاتیکی و پاراسمپاتیکی هنگام پاسخ به فعالیت ورزشی به تفصیل بحث شده است.

### دستگاه عضلانی

با پیشرفت و کامل‌تر شدن نیروسنجها پس از اواسط قرن نوزدهم، ارزیابی و به دست آوردن توانایی، اهمیت تازه‌ای

1. Heinrich Ewald Herring
2. Wilbur Bowen
3. Herbert Gasser and Walter Meek
4. atropine
5. Walter B. Cannon

یافت که دهه‌ها رواج داشت. این موضوع برای ارتش متحد دهه ۱۸۶۰ از چنان اهمیتی برخوردار بود که داده‌های میزان توانایی سربازان قبل از تمرین جمع‌آوری شد، سپس در مورد جمعیت دانشجویی در کالج آمرست[1] یا کالج بین‌المللی YMCA در ماساچوست اجرا گردید (۱۰۶). از زمان میلوی کروتونی[2] یا حتی قبل از آن اتفاق نظر بر این بود که برای افزایش قدرت، بار یا مقاومت نیز باید افزایش یابد. پیشرفت در هماهنگیها و افزایش توده (وزن) متداول‌ترین توجیه برای این تغییرات بود. پارک[3] سالهای بین ۱۸۷۰ تا ۱۹۱۴ را به عنوان دوره‌ای توصیف می‌کند که در آن فیزیولوژیستها، پزشکان و آموزگاران (دبیران) تربیت بدنی در بسیاری از کشورها درصدد گسترش شناخت علمی آثار شدید تلاش عضلانی بر بدن بودند (۱۱۶). تا سال ۱۸۹۲، آنجلو موسو[4] (۱۸۴۶ـ۱۹۱۰) در دانشگاه تورین ایتالیا اولین دستگاه نیرونگار را ساخت و ضمن ثبت عملکرد کار، فرایند خستگی عضلانی را کمّی کرد (۱۱۷). از آنجا که عضلات خسته به تحریک الکتریکی خارجی پاسخ می‌دهند، موسو یکی از مدافعان «خستگی مرکزی» بود، اندیشه‌ای که به آگوست والر[5] (۱۸۱۶ـ۱۸۷۰) در لندن نسبت داده‌اند (۱۱۸). هرچند چندان به آن اعتراف نشده است، موسو برای «خستگی محیطی» سند و دلیلی داشت که، در فعالیت ورزشی ارادی، دربرگیرنده رویدادهای انتقال عصبی ـ عضلانی (خستگی انتقالی) و فرایند انقباض عضلانی (خستگی انقباضی) بود (۱۱۸). با تغییر قرن و در مؤسسه تکنولوژی ماساچوست، تئودور هاگ[6] با استفاده از یک دستگاه نیرونگار به ارزیابی خستگی پرداخت و وجود درد عضلانی را گزارش کرد و آن را به مواد زائد قابل انتشار و پارگی بافت نسبت داد (۱۱۹). در پژوهش دیگری، او خستگی عصبی ـ عضلانی را هدف قرار داد و نتیجه گرفت که سلولهای عصبی سریع‌تر خسته می‌شوند تا تارهای عضلانی (۱۲۰). ارتباط بین خستگی و افزایش مقادیر اسید لاکتیک در انسان زمانی معلوم شد که رایفل[7] در سال ۱۹۱۰ دریافت که ۱۲ دور دویدن به مدت ۲ دقیقه و ۴۵ ثانیه، مقدار اسید لاکتیک خون را تا ۷۱ میلی‌گرم بر ۱۰۰ میلی‌لیتر و مقدار آن را در ادرار تا ۲/۳ گرم بر میلی‌لیتر افزایش داد (۱۲۱). با وجود این، قبل از آنکه امکان بررسی سازوکارهای عضلانی در فعالیت ورزشی ممکن شود، ابزارهای عضلانی ایزوله (مطالعه یک تار عضلانی به تنهایی) را باید توسعه و آزمایشهایی انجام داد. هرچند هایدنهایم[8] و فیک مقدم بر آ. وی. هیل[9] بودند، وی در سال ۱۹۱۳ دستگاه دقیقی ابداع کرد و آماده‌سازی عضله در آزمایشگاه را بدون نقص انجام داد، به گونه‌ای که توانست مقدار کار انجام‌شده و کارایی مکانیکی پاسخها را اندازه‌گیری کند. در حقیقت، گزارش او درباره عضله قورباغه نشان داد کارایی مکانیکی آن می‌تواند تا ۵۰ درصد زیادتر باشد، هرچند معمولاً بین ۲۵ تا ۳۰ درصد گزارش شده بود (۱۲۲). بعدها، او مقدار گرمای تولیدی را سنجید و از نحوه آماده‌سازی خود به شکل تجربی استفاده کرد تا روابط اساسی ویژه معادله نیرو ـ سرعت را، که در فصلهای بعدی

1. Amherst
2. Milo of Croton
3. Park
4. Angelo Mosso
5. August Waller
6. Theodore Hough
7. Ryffel
8. Heidenhaim
9. A. V. Hill

بحث می‌شود، گسترش دهد.

مورپورگو[1] در سال ۱۸۹۷ در دانشگاه سی‌ینا در ایتالیا گزارش کرد که تغییرات بافت‌شناختی عضله خیاطه دو سگ قبل و بعد از دو ماه دویدن روی چرخ دوار باعث افزایش ۵۴ درصدی سطح مقطع آن شده است و علت آن را افزایش قطر تار بدون تغییر تعداد تارها یا هسته‌ها ذکر کرد. هرچند او درباره نقش دوک، که سنجیده شده، مطمئن نبود، اما تعدادشان نیز افزایش نیافت. او نتیجه گرفت هیپرتروفی به دلیل افزایش سارکوپلاسم تحقق یافته است (۱۲۳). هدوال[2] در سال ۱۹۱۵ با استفاده از دستگاه نیرونگار یوهانسون آثار تمرین را مشخص و گزارش کرد که تمرین ناحیه ساعد، استقامت عضلانی را تا ۸۱۹ درصد افزایش می‌دهد (۱۲۴).

**خودآزمایی**

درباره پیشرفت دانش فیزیولوژی ناشی از فعالیت ورزشی کوتاه‌مدت و درازمدت از سال ۱۵۱۰ تا ۱۹۱۰ بحث کنید و پاسخ دستگاههای عصبی، قلبی ـ عروقی، تنفسی، عضلانی ـ اسکلتی، انتقال اکسیژن، سوخت‌وسازی و تنظیم دما به این فعالیتهای ورزشی را مرور کنید.

### دستگاه قلبی ـ عروقی

از زمان جان فلویر (حدود ۱۷۰۷) تا دوره ویلبر بون (حدود ۱۹۰۴) تواترهای قلبی را با لمس نبض، لمس تواترهای قلبی، گوش کردن به صداهای قلب، و / یا با ثبت گرافیکی تواتر ثبت کرده‌اند. دقیق‌ترین و پایاترین روش ثبت تواتر قلبی هنگام فعالیت ورزشی قرار دادن یک نبض‌نگار بدون دکمه یا غشاء روی سرخرگ کاروتید است که امکان انتقال ضربانهای سرخرگ را به صفحه ثبت‌کننده ممکن می‌سازد. در سال ۱۹۰۴ با استفاده از این روش، بون، در حالی که افراد مورد آزمایش سوار بر دوچرخه ثابت مشغول رکاب زدن در مدتهای گوناگونی بودند، ضربانها را ثبت کرد. وی گزارش کرد بیشترین تواتر قلبی به دست آمده ۱۵۰ ضربه در دقیقه بود (۱۱۳). چند سال بعد، لوسلی[3] برای افرادی که در مسابقه دوی ۱۰۰ یاردی شرکت کرده بودند، ضربان ۱۴۰ ضربه در دقیقه را گزارش کرد، برای ۲۰ مایل دویدن این ضربان حدود ۱۲۵ تا ۱۰۰ ضربه در دقیقه بوده است (۱۲۵). به جز محرومیت واگی، امواج عصبی محرک مرکز شتاب‌دهنده، افزایش دمای خون، فراورده‌های زائد در قلب، و افزایش سوخت‌وساز عضلانی مقادیر زیادتر تواتر قلبی را توجیه می‌کنند.

استفان هالس نخستین بار فشار خون را در سال ۱۸۶۳ با استفاده از اسبها سنجید که به دنبال آن اتیین ماری[4] (۱۸۳۰ـ۱۹۰۴) در فرانسه از همین حیوان برای ثبت پاسخ فشار به فعالیت ورزشی استفاده کرد. در انگلستان در سال ۱۸۹۸، لئونارد هیل[5] (۱۸۶۶ـ۱۹۵۲) با استفاده از دستگاه فشارسنج هیل ـ برنارد[6] فشار سرخرگی ۱۳۰ را برای شخصی ثبت کرد

1. Morpurgo
2. Hedvall
3. Lowsley
4. Etienne Marey
5. Leonard Hill
6. Hill-Barnard

که ۴۰۰ یارد دویده بود (۱۲۶). احتمالاً او نخستین کسی بود که گزارش کرد فشار خون پس از فعالیت ورزشی کمتر از مقادیر استراحتی طبیعی پس از کار عضلانی شدید بود. مک کاردی هنگامی که در کالج YMCA در ماساچوست بود، جزء نخستین کسانی بود که فشار خون انسان را هنگام فعالیت ورزشی ثبت کرد. در سال ۱۹۰۱، او (با دستگاه فشارسنج هیل و ریوا ـ روچی[1]) فشار خون دانشجویان را در حالی که در حال بالا آوردن حداکثری کمر و پا بودند، سنجید و خاطرنشان کرد مقادیر میانگین از ۱۱۱ به ۱۸۰ افزایش داشتند (بالاترین مقدار ۲۱۰ میلی‌متر جیوه بود). او این افزایش را به افزایش فشارهای درون‌ریوی و درون‌شکمی نسبت داد که به نوبه خود سنجیده شده بودند (۱۲۷). چند سال بعد، بون فشار خون افرادی را سنجید که فعالیت ورزشی سبکی را روی دوچرخه انجام می‌دادند (تقریباً ۴۰۰ کیلوگرم در متر در دقیقه) و دریافت این افزایشها (۶۰ـ۷۰ میلی‌متر جیوه) پیامد افزایش برون‌ده قلبی در کنار افزایش فشارهای درون‌ریوی و درون‌شکمی بودند (۱۱۳). در مطالعه بعدی لوسلی، افرادی که برای یک دوی ماراتون ۵ تا ۹ مایلی تمرین می‌کردند، افزایش فشار سیستولی ۳۲/۵ میلی‌متر جیوه و فشار دیاستولی ۲۰/۶ میلی‌متر جیوه را نشان دادند. همسو با یافته‌های هیل، میانگین فشارهای پس از فعالیت ورزشی کاهش داشت (۱۲۵). در سال ۱۹۱۱، هوکر[2] تأثیر فعالیت ورزشی رکاب زدن شدید بر فشار خون سیاهرگی را در شش نفر سنجید و میانگین افزایش ۹/۵ سانتی‌متری آب را مشاهده کرد که دلیل آن را رگ‌گشایی و رگ‌تنگی بسترهای مویرگی احشایی ذکر کرد (۱۲۸).

نظریه و روش‌شناسی سنجش دستگاه گردش خون را هاروی قرنها پس از اعلام وجود آن مطرح کرد. نظریه او درباره حفظ توده بود (برای مثال، ورود و خروج اکسیژن به ریه‌ها) و روش‌شناسی او فیک مستقیم یا غیرمستقیم بود (روش فیک مستقیم خون مخلوط سیاهرگی را با استفاده از سرخرگ ریوی و خون سرخرگی را با استفاده از یکی از سرخرگهای عمومی بدن می‌سنجد، حال آنکه روش فیک غیرمستقیم تأثیر رقیق‌سازی استنشاق دوباره گازهای خارجی را با استفاده از شیوه‌های دفع رنگها یا ایزوتوپها می‌سنجد) (۱۲۹). در سال ۱۸۹۸، زانتز و هاگرمن روش فیک مستقیم را در مورد اسبهایی به کار بردند که در حال فعالیت ورزشی روی تردمیل بودند و با افزایشهای مورد انتظار روبه‌رو شدند (۱۳۰). در سال ۱۹۱۵ نیز یوهانس لینهارد دانمارکی با استفاده از فرایند استنشاق دوباره نیتروس اکساید[3] در افرادی که در حال فعالیت ورزشی با دوچرخه بودند دریافت که برون‌ده قلبی می‌تواند از ۴/۹ به ۲۸/۶ لیتر در دقیقه افزایش یابد، و تواترهای قلبی از ۷۰ تا ۱۶۶ ضربه در دقیقه تغییر کند (۱۳۱). اطلاعات لینهارد نشان داد که حجم ضربه‌ای با فعالیت ورزشی افزایش و با تمرین زیاد می‌شود. بعد از پترسون[4]، پایپر و ارنست اچ. استارلینگ[5] (۱۸۸۶ـ۱۹۲۷) انگلیسی که پژوهشی (طرح فاقد فعالیت ورزشی) را در سال ۱۹۱۴ انجام دادند که به «قانون قلب» استارلینگ منجر شد، براین بریج نخستین کسی بود که توجیهی را ارائه کرد که سالهای متمادی موضوع بحث فیزیولوژیستها بود. او گفت قلب توانمند ورزشکار، چنانچه از قانون قلب تبعیت کند، می‌تواند به افزایش ملایم جریان ورودی سیاهرگی، با برون‌ده بیشتری به

1. Riva-Rocci
2. Hooker
3. nitrous oxide
4. Peterson
5. Piper and Ernest H. Starling

ازای هر ضربان پاسخ دهد (۶، ص ۵۴).

تأثیر فعالیت ورزشی بر اندازه قلب انسان از زمان هاروی دانشمندان را به خود مشغول کرده است. بلافاصله پس از کشف اشعه ایکس در سال ۱۸۹۵ توسط ویلهم رونتگن[1] (۱۸۴۵ـ۱۹۲۳) آلمانی که برنده جایزه نوبل در سال ۱۹۰۱ شد، افراد گوناگونی اندازه قلب را پیش و پس از فعالیت ورزشی سنجیدند. در مطالعه‌ای در سال ۱۹۱۵ که سی. اس. ویلیامسون[2] انجام داد، مرحله تنفس زمانی مدنظر قرار گرفت که عکسها (تله‌روئنتگنها) بلافاصله بعد از خاتمه فعالیت ورزشی شدید (بالا و پایین رفتن سریع از پلکان) گرفته شدند، که ۸۸ درصد از آزمودنیها کاهش را نشان دادند (۱۳۲). هرچند به افزایش انقباض‌پذیری قلبی اشاره شده است، نتایج به درستی به نقد درنیامده‌اند، زیرا آنها هنگام فعالیت ورزشی به دست نیامده بودند. چند دهه سپری شد تا روش‌شناسی ویژه سنجش دقیق هنگام فعالیت ورزشی به دست آمد. این ابعاد در فصلهای بعدی بررسی شده‌اند.

بدون تردید، نخستین اطلاعات درباره تغییرات جریان خون توأم با حرکت از اسبها به دست آمده است. در سال ۱۸۸۷ در فرانسه، آگوست شاوو[3] (۱۸۳۷ـ۱۹۱۷) و کافمن[4] دریافتند جویدن باعث افزایش پنج برابری جریان خون عضله بالابرنده (لب بالایی) می‌شود (۱۳۳). کروگ در مطالعات خود درباره مویرگها، که جایزه نوبل فیزیولوژی و پزشکی را در سال ۱۹۲۰ برای وی به ارمغان آورد، دریافت که کار تحریک‌شده (تحریک الکتریکی عضلات خوکچه آزمایشگاهی و قورباغه) به افزایش بارز ده تا سی برابری تعداد مویرگها به ازای هر میلی‌متر سطح مقطع مشاهده‌شده منجر شده است (۱۳۴).

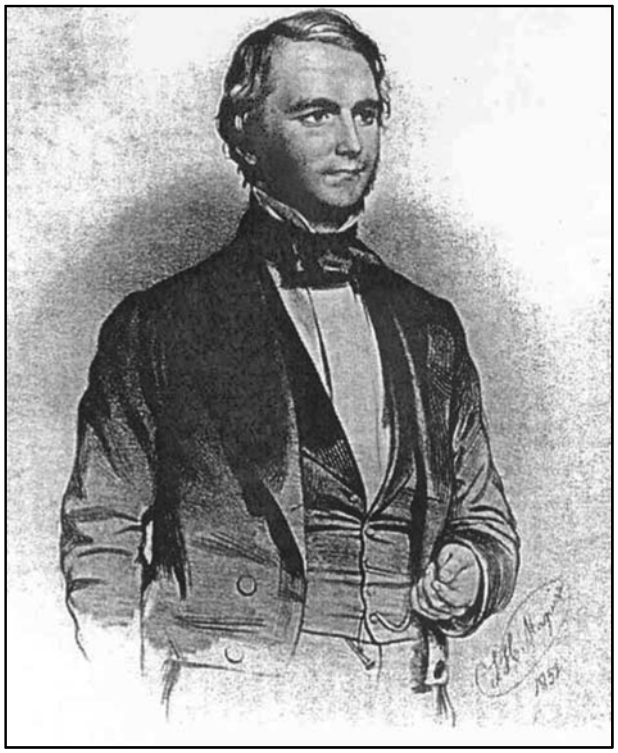
به دلیل مورد توجه بودن ورزش قایق‌رانی و عدم اطمینان از آثار سلامت‌بخش آن، کمیته ورزش دانشگاه هاروارد در سال ۱۸۹۹ یوجین دارلینگ[5] را وادار کرد تا آزمایشهای فیزیولوژیایی را در مورد اعضای اصلی تیم هشت و چهار نفره قایق‌رانی دانشگاه هنگام تمرینات شدید فصل مسابقه انجام دهد (۱۳۵). بررسیهای قلبی ـ عروقی بر اندازه قلب متمرکز شدند (که با ضربه، وقوع صداهای غیرطبیعی، و ویژگی ضربان تعیین می‌گشت). هیپرتروفی یا بزرگ شدن قلب نشانه‌ای از توان و قدرت در نظر گرفته می‌شد، در حالی که اتساع قلبی دال بر خستگی قلب بود. این اندازه‌گیریها نشان دادند بزرگ شدن قلب رخ می‌دهد، اما دارلینگ نتوانست هیپرتروفی را از اتساع متمایز کند. وی نتوانست نشان دهد قلب دچار «بیش‌تمرینی» شده است، اما احساس می‌کرد برخی تغییرات «متأسفانه به شرایط آسیب نزدیک بودند» و به همین دلیل توصیه کرد اعضای تیم هنگام تمرین تحت نظارت و کنترل مستمر قرار بگیرند. هیچ‌یک از نتایج صداهای قلب اهمیت چندانی نداشت، نتایج ضربانها نشان می‌داد که آنها «همواره پس از تلاش غیرمعمول در معرض تنش زیادی‌اند». دو سال بعد، دارلینگ آثار تمرین و پیامدهای بعدی آن را در اعضای تیم قایق‌رانی و تیم فوتبال گزارش کرد (۱۳۶). هیپرتروفی قلب در هر دو گروه یافته ثابتی بود، اما به عنوان شرایط پاتولوژیکی در نظر گرفته نشد. وی

1. Wilhelm C. Röntgen
2. C. S. Williamson
3. J. B. Auguste Chauveau
4. Kaufman
5. Eugene Darling

یافته‌های خود را این‌گونه خلاصه کرده است: «هیچ آثار بیماری‌ای که بتوان آن را با دلیل به تمرین نسبت داد تا نُه ماه پس از توقف تمرین دیده نشد» (۱۳۶، ص ۵۵۹).

**دستگاه تنفسی**

در زمان بایفورد، دستگاه کیفری انگلستان راه رفتن برنامه‌ریزی‌شده روی غلتکهای دوار عظیم را به عنوان تنبیه ـ اما در ظاهر به دلیل سلامتی‌بخش بودن آن ـ به کار می‌گرفت. در لندن بین سالهای ۱۸۵۶ تا ۱۸۵۹، ادوارد اسمیت (۱۸۱۸ـ۱۸۷۴) (شکل ۱۰ـ۱)، پزشک و فعال اجتماعی علاقه‌مند به دستگاه تنفسی، در مورد خود و زندانیان، مطالعات تنفسی نظام‌مندی را درباره آثار فعالیت ورزشی انجام داد (۱۳۷).



**شکل ۱۰ـ۱** ادوارد اسمیت از زندان کلدباث فیلدز[1] انگلستان. چارلتون چاپمن[2] وی را به عنوان فیزیولوژیست، بوم‌شناس و اصلاح‌طلب معرفی کرده است. بررسیهای اصلی او درباره پاسخهای تنفسی هنگام فعالیت ورزشی اساس شناسایی فیزیولوژی فعالیت ورزشی شده است.

وی با استفاده از ماسک، گازسنج ویژه حجمهای تنفسی، محفظه جذب هیدرات پتاسیم، و محفظه رطوبت‌زدا، درخصوص این موارد گزارش کرد: مقادیر متوسط حجمهای استنشاقی (دمی) برحسب لیتر، تعداد تنفس، و تواترهای قلبی توأم با فعالیتهایی از جمله شنا، قایق‌رانی، راه رفتن به میزان ۴ مایل در ساعت، راه رفتن به میزان ۳ مایل در ساعت با حمل باری معادل ۵۰/۹ کیلوگرم و راه رفتن روی غلتک دوار که ۴۳ پله داشت و ۸/۷۳ متر در دقیقه را پوشش می‌داد. حجمهای دمی از ۲۳/۱ تا ۳۹/۱ لیتر در دقیقه متغیر بودند. تعداد تنفس بین ۲۰ تا ۳۰ تنفس در دقیقه و تواتر قلبی بین ۱۱۴ تا ۱۸۹ ضربان در دقیقه بود (۱۳۸). هنگامی که وی مقدار اسیدکربنیک تولیدی هنگام فعالیت ورزشی را سنجید، دریافت که راه رفتن به میزان ۲ مایل در ساعت به حدود ۱۸ گرین یا ۱/۱۵ گرم، راه رفتن ۳ مایل در ساعت به ۲۶ گرین یا ۱/۶۶ گرم و راه رفتن روی غلتک دوار به ۴۸ گرین یا ۳/۰۷ گرم خارج شدن هوا منجر می‌شود (۱۳۹). هرچند معلوم نیست که آیا نتایج پژوهشهای او شیوه‌ها یا قوانین کیفری را اساساً دگرگون کرده است یا خیر، مبانی لازم را برای پژوهشهای بعدی درباره دستگاه تنفسی و سوخت‌وسازی در اواخر قرن نوزدهم و اوایل قرن بیستم فراهم ساخت و ثابت کرد تولید دی‌اکسیدکربن رابطه‌ای خطی با شدت فعالیت ورزشی دارد (۱۳۷).

1. Coldbath Fields
2. Carleton Chapman

توجه داشته باشید که آزمایشهای هیپرپنه (پرتنفسی) گپرت و زانتز در سال ۱۸۸۸ به این اندیشه منجر شد که محرک فعالیت ورزشی ناشی از مغز یا ناشی از متابولیتهای مؤثر بر عضلات مرکز تنفسی را فعال می‌کند (۱۰۹). پاسخهای تهویه‌ای حبابچه‌ای سریعی که کروگ و لینهارد در سال ۱۹۱۳ مشاهده کردند کاملاً اثبات کرد که با آغاز فعالیت ورزشی، تحریک‌پذیری مراکز یادشده افزایش می‌یابد (۱۱۱). آنها همچنین نشان دادند که مسئول افزایش سریع تهویه در درجه اول هیدروژن است و این مفهوم باعث شکل‌گیری پژوهشهای فراوانی شد که در فصل مربوط به دستگاه تنفسی بحث می‌شود. روابط خطی بین کار انجام‌شده (صفر تا تقریباً ۱۵۰۰ کیلوگرم در متر)، اکسیژن مصرفی (تقریباً ۰/۴ تا ۳/۳ لیتر در دقیقه) و تهویه حبابچه‌ای (تقریباً ۱۵ تا ۶۵ لیتر در دقیقه) به بهترین شکل ممکن در پژوهش سال ۱۹۱۵ لینهارد در دانمارک نشان داده شده است (۱۳۱). سی گوردون داگلاس[1] (۱۸۲۲ـ۱۹۶۳) و جان اس. هالدان[2] (۱۸۶۰ـ۱۹۳۶) در انگلستان دریافتند که تلاش شدید بدنی باعث افزایش فشار دی‌اکسیدکربن حبابچه‌ای تا تقریباً ۱۰ میلی‌متر جیوه می‌شود، قبل از آنکه کاهش یابد (۱۴۰). هاگ[3] این پژوهش را دنبال کرد. او دریافت دویدن با سرعت ۴ مایل در ساعت تنش اکسیژن و دی‌اکسیدکربن را افزایش می‌دهد، اما اگر شدت افزایش یابد و اگر دویدن «سخت» باشد، دی‌اکسیدکربن تا ۱۱ میلی‌متر جیوه کاهش می‌یابد، حال آنکه مقادیر اکسیژن می‌توانند از ۱۲۲ تا ۱۲۵ میلی‌متر جیوه افزایش یابند (۱۴۱). او این تغییرات درخصوص تهویه بیش از حد ریه‌ها و ورود آن به خون را به «کاتابولیت عضلانی» نسبت داد.

داگلاس و هالدان نشان دادند با فعالیت ورزشی، فضای مرده تنفسی تقریباً سه برابر افزایش می‌یابد (۱۴۲)، در حالی که بین کریستین بوهر[4] (۱۸۵۵ـ۱۹۱۱) و کروگ بحث درباره اینکه آیا اکسیژن با ترشح یا انتشار به خون می‌رسد یا خیر ادامه داشت. کروگ نشان داد انتشار سازوکار اصلی است، در حالی که همسرش ماری در سال ۱۹۱۵ گزارش کرد که انتشار اکسیژن توأم با فعالیت ورزشی ملایم تا سنگین با افزایش ۳۱ تا ۶۶ درصدی ارتباط دارد (۱۴۳).

### دستگاه انتقال اکسیژن و حداکثر مصرف اکسیژن

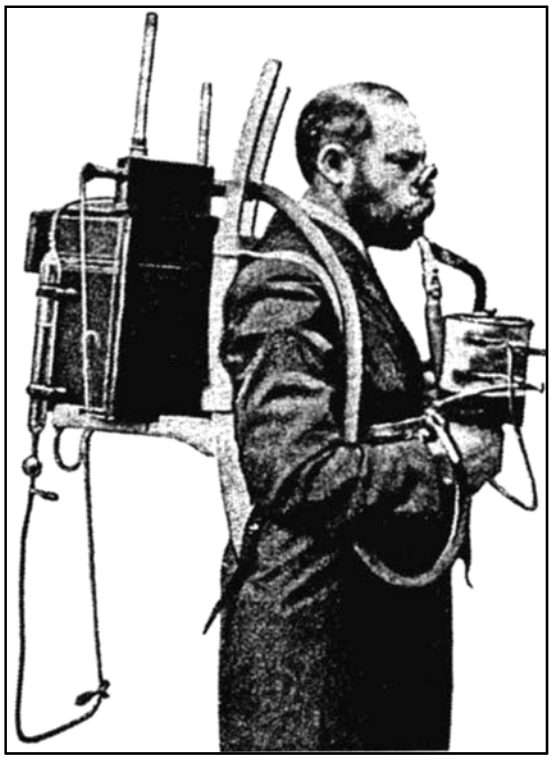
پس از آزمایشهای اسمیت در مورد زندانیان در دهه ۱۸۵۰ (۱۳۷)، ابزار و روشهای جدیدی برای جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل گازهای تنفسی در دسترس قرار گرفت. در اوایل قرن بیستم، زانتز (شکل ۱۱ـ۱) تردمیلی را ابداع کرد که عمدتاً برای حیوانات استفاده می‌شد. وی همچنین به ماشین تنفس قابل حمل زانتز ـ گپرت برای مطالعات سوخت‌وسازی خود در فعالیتهای آزمایشگاهی، ورزشی، پیاده‌روی و فعالیت در ارتفاع بالا دسترسی داشت (۴۷).

در دهه‌های آغازین قرن بیستم، فرانسیس جی. بندیکت[5] (۱۸۷۰ـ۱۹۵۷) از دانشگاه وسلیان[6] در کونک‌تیکوت[7] که با رهبران حوزهٔ سوخت‌وساز مثل ویت و ویلبر اُ. آتواتر[8] (۱۸۴۴ـ۱۹۰۷) در ارتباط بود، مطالعات سوخت‌وسازی

1. C. Gordon Douglas
2. John S. Haldane
3. Hough
4. Christian Bohr
5. Frances G. Benedict
6. Wesleyan
7. Connecticut
8. Voit and Wilbur O. Atwater

دقیق و جامعی را در مورد افراد فعال انجام داد و متوجه شد با افزایش فزاینده فعالیت ورزشی، سوخت‌وساز نیز افزایش می‌یابد که بالاترین میزان ثبت‌شده معادل ۳/۰۶ لیتر در دقیقه بود (۱۴۴). در مطالعه نیروسنج دوچرخه‌ای لینهارد (۱۳۱)، که در آن برون‌ده قلبی (۲۸/۶ لیتر در دقیقه) با استفاده از روش نیتروس اکساید سنجیده شد، مقدار اکسیژن مصرفی ۲/۸ لیتر در دقیقه بود. با وجود این، بیش از سه دهه طول کشید تا از سنجشهای دقیق اختلاف اکسیژن سرخرگی ـ سیاهرگی سیستمی در ارزیابی حداکثر برداشت اکسیژن استفاده شود.

تعداد گلبولهای قرمز موجود در خون، غلظت هموگلوبین و اندازه حجم خون از جمله عوامل مهم برای به دست آوردن پاسخ حداکثری‌اند و برخی ابعاد منتخب آن در بخش دستگاه خون‌ساز بحث می‌شود. همان‌طور که پیش‌تر گفته شد، در سال ۱۹۱۵، ماری کروگ انتشار اکسیژن را از حبابچه‌ها به خون هنگام فعالیت ورزشی سنجید، این مقدار بعدها حدود ۴ تا ۶ لیتر در دقیقه برآورد شد (۱۴۳).



**شکل ۱۱ـ۱** ناتان زانتز آلمانی، محقق برجسته‌ای که تحقیقاتش در باب سوخت‌وساز و خون‌سازی پایه شکل‌گیری فیزیولوژی فعالیت ورزشی شد.

**دستگاههای سوخت‌وسازی و سوبستراهای آنها**

در فاصله زمانی بین آزمایشهای سگوین و لاوازیه در دهه ۱۷۹۰ و فعالیتهای پژوهشی ادوارد اسمیت در دهه ۱۸۵۰، اصل منتهی به قانون حفظ انرژی را مستقلاً جی. مایر و هرمان ون هلم‌هولز[1] (۱۸۲۱ـ۱۸۹۴) آلمانی پیشنهاد کردند (که در سال ۱۸۹۴ با مطالعه تعادل انرژی ماکس رابنر[2] تأیید شد). پژوهشگران اولیه پس از اسمیت، مانند ماکس ون پتن‌کوفر[3] و کارل ون ویت[4]، از تولید دی‌اکسیدکربن استفاده کردند، کار انجام‌شده (پا زدن) را ناشتا و غیرناشتا سنجیدند و اکسیژن مصرفی را محاسبه کردند. با پیشگامی ناتان زانتز در ورود به قرن بیستم، تردمیلهای (و نیز دوچرخه‌های) دقیقی برای مطالعات تبدیل انرژی در حیوانات و انسان ساخته شدند، اسپیرومترها، کالری‌سنجها و دستگاه قابل حمل و نقل (زانتز ـ گپرت) ایجاد شدند و از معادله سال ۱۸۸۸ زانتز ـ گپرت برای تعیین «اکسیژن واقعی» استفاده شد (۱۰۹). طبق نظر بندیکت و کتارت[5] (۱۴۴)، نخستین مطالعات سوخت‌وسازی درباره کار عضلانی با استفاده

1. J. Mayer and Hermann von Helmholtz
2. Max Rubner
3. Max von Pettenkofer
4. Carl von Voit
5. Cathcart

از تردمیل یا دوچرخه در آزمایشگاه زانتز انجام شدند. با وجود این، جامع‌ترین و دقیق‌ترین مطالعات در سال ۱۹۱۳ درباره تبدیلهای سوخت‌وسازی (مصرف اکسیژن، کار انجام‌شده، گرمای تولیدشده، کارایی مکانیکی) انجام شدند که افراد در آن راه می‌رفتند و می‌دویدند، در حالی که ناشتا بودند یا رژیمهای غذایی پرکربوهیدرات و کم‌کربوهیدرات می‌خوردند (۱۴۴).

در این دوران سازنده، ون پتن‌کوفر و ون ویت نشان دادند نظر لیبیگ درباره اینکه آیا پروتئینها سوبسترای انتخابی ویژه فعالیت عضلانی‌اند یا خیر اشتباه بوده است. در سال ۱۸۹۱، جرج کاتزن‌استیئن[1] در آزمایشگاه زانتز مقادیر نسبت تبادل تنفسی (RER) را گزارش کرد (اما به عنوان بهره تنفسی [RQ]) که عبارت بودند از: ۰/۸۰ در شرایط استراحتی، ۰/۸۰ هنگام راه رفتن، و ۰/۸۰ هنگام بالا رفتن از پله‌ها (۱۴۵). پنج سال بعد، شاووی فرانسوی RQ را ۰/۷۵ در شرایط استراحتی و ۰/۸۴، ۰/۸۷، ۰/۹۷ و ۰/۸۷ با ۷۰ دقیقه بالا رفتن از پله گزارش کرد که بعد از ۶۰ دقیقه استراحت، به ۰/۸۴ تبدیل شد (۱۴۶). وی این افزایش ناشی از فعالیت ورزشی را نشانه استفاده از کربوهیدراتها و نشانه کاهش تبدیل چربیها به کربوهیدراتها، قبل از آنکه اکسایشی رخ دهد، تفسیر کرده است. بلافاصله، زانتز و شاوو به بحث درباره اینکه کدام سوبسترا ترجیحاً هنگام فعالیت ورزشی استفاده می‌شود پرداختند. نظر زانتز این بود که عضلات چه در حالت استراحتی و چه در حالت فعالیت، از چربیها و کربوهیدراتها به نسبتی که به بافتها عرضه می‌شود استفاده می‌کنند.

در سال ۱۹۱۳ بندیکت و کتارت مشاهده کردند که فعالیت عضلانی، صرف نظر از اینکه رژیم غذایی پرکربوهیدرات یا کم‌کربوهیدرات باشد، باعث افزایش مختصر RQ می‌شود (۱۴۴). زمانی که غذای پرکربوهیدرات با فعالیت ورزشی خورده می‌شود، RQ پیش از کاهش یافتن تا ۰/۷۸، از ۰/۸۵ به ۰/۹۰ تغییر می‌کند، حال آنکه با رژیم غذایی کم‌کربوهیدرات، RQ قبل از بازگشتن به ۰/۷۵، از ۰/۷۹ تا ۰/۸۲ افزایش می‌یابد. نتیجه‌گیری اصلی آنها این بود که انرژی کار عضلانی در درجه اول از کربوهیدراتها تأمین می‌شود (۱۴۴).

محاسبه کارایی مکانیکی از جمله موارد اصلی در مطالعات تبدیل سوخت‌وسازی در فعالیت ورزشی به شمار می‌رود. بندیکت و کتارت با استفاده از یافته‌های ثبت‌شده و فرضیه‌های گوناگون، برآورد کردند که آزمایشهای رکاب‌زنی پایی سگوین و لاوازیه کارایی مکانیکی خالصی معادل ۷/۷ درصد داشته است (۱۴۴). هرمان ون هلم‌هولز (۱۸۲۱ـ۱۸۹۴) آلمانی از اطلاعات گرمایی حاصل از مطالعات راه رفتن ادوارد اسمیت استفاده کرد و مقدار کارایی ناخالص را ۲۰ درصد گزارش کرد. در نخستین آزمایش دوچرخه لئوزانتز که در سال ۱۸۹۹ انجام شد، کارایی خالص معادل ۲۸ درصد بود. بین سالهای ۱۹۰۰ تا ۱۹۱۵، گسترده‌ترین و جامع‌ترین مطالعات درباره کارایی مکانیکی دوچرخه‌سواری، راه رفتن، و دویدن در شرایط گوناگونی توسط بندیکت به کمک کارپنتر یا به کمک کتارت انجام شدند. آنها مقادیر کارایی خالص متغیر را از کم به میزان ۹/۹ درصد تا زیاد به میزان ۲۵/۲ درصد با اکثریت کمتر از ۲۰ گزارش کردند (۱۴۴).

1. George Katzenstein

**دستگاه خون‌ساز**

جی. میچل[1] در فیلادلفیا در سال ۱۸۹۴ آغازگر این دیدگاه بود که فعالیت ورزشی کوتاه‌مدت باعث افزایش تعداد گلبولهای قرمز خون و غلظت هموگلوبین می‌شود، یعنی وقتی او تعداد سلولهای قرمز خون بیشتری را در افرادی مشاهده کرد که قبل از شرکت در آزمایش ماساژ، دویده بودند (۱۴۷). با ورود به قرن جدید، زانتز و شومبرگ[2] به بررسی و آزمایش سربازان پیش و پس از ۷ ساعت پیاده‌روی نظامی (رژه) پرداختند که در این مدت ۱۸ تا ۲۵ کیلومتر را پیموده و ۲۲ تا ۳۱ کیلوگرم بار را با خود حمل کرده بودند. آنها با افزایش میانگین ۹ درصدی تعداد سلولهای قرمز خون مواجه شدند (۱۴۸). در سال ۱۹۰۴ در دانشگاه پنسیلوانیا، هاوک[3] ۲۲ نفر آزمودنی را مطالعه کرد که در آزمایشهای فعالیت ورزشی از جمله راه رفتن، دویدن سریع، دوهای استقامتی کوتاه، دوهای استقامتی بلند، پریدن و دوچرخه‌سواری شرکت کرده بودند. در همه آزمایشها، آنها شاهد متوسط افزایش تعداد گلبولهای قرمز خون بودند که دامنه آن از ۱۰ تا ۲۳ درصد متفاوت بود (۱۴۹). یازده سال بعد، ادوارد اشنایدر و هاونز[4] در دانشگاه کلرادو آثار دوهای سرعتی، دویدن به مسافت دو مایل، و ترکیبی از دویدن آرام و سرعتی را سنجیدند و با افزایش تعداد سلولهای قرمز خون با دامنه ۳ تا ۲۳ درصدی روبه‌رو شدند که به فعالیت در حال اجرا بستگی داشت (۱۵۰). آنها همچنین هموگلوبین را در افراد مورد مطالعه سنجیدند و با افزایش ۴ تا ۱۰ درصدی مقدار هموگلوبین مواجه شدند. هاوک این افزایشها را به افزایش عناصر خونی جدید، رهایش عناصر خونی از جایگاههای ذخیره‌ای‌شان، تعریق فراوان، دفع مایعات از ریه‌ها، و حرکت مایع به درون عضله نسبت داد (۱۴۹). این پژوهشگران تأثیر افزایش غلظت خون ناشی از فعالیت ورزشی را به عبور یک مایع کم‌پروتئینی از دستگاه عروقی به فضای بین‌بافتی نسبت دادند. اشنایدر و هاونز تأثیر سه ماه تمرین برای ۲ مایل دویدن را در سه تن از اعضای تیم دوومیدانی مطالعه و دو نوع افزایش را در تعداد سلولهای خون (۵ تا ۱۸ درصد) و غلظت هموگلوبین (۴ تا ۹ درصد) گزارش کردند (۱۵۰). بوثبی و بری[5] آزمودنیهای خود را وادار به فعالیت ورزشی روی چرخ‌سنج کردند و با افزایش صفر تا ۲۵ درصدی سلولهای قرمز خون و ۷ تا ۱۱ درصدی هموگلوبین روبه‌رو شدند. به جای ارتباط نتیجه مشاهده‌شده با کار انجام‌شده، آنها نتیجه‌گیری کردند افزایشها می‌توانند پیامد عرق‌ریزی بوده و در اصل بر اثر خروج آب از سلولها رخ داده باشند (۱۵۱).

در سال ۱۹۰۳، کریستین بوهر (۱۸۵۵ـ۱۹۱۱) در کپنهاگ، منحنی S ـ شکل تجزیه اکسیژن را نشان داد و یک سال بعد، کروگ نشان داد که منحنی تحت تأثیر محتوای دی‌اکسیدکربن موجود در خون قرار می‌گیرد (۱۵۲). در سال ۱۹۱۰، ژوزف بارکرافت[6] در انگلستان دریافت که افزودن اسید به محلولهای هموگلوبینی باعث انحراف منحنی مانند زمان افزایش دی‌اکسیدکربن می‌گردد (۱۵۳). دو سال بعد، بارکرافت و همکارانش از معادله ۱۹۱۰ متعلق به آ. وی. هیل استفاده کردند تا نشان دهند فعالیت ورزشی شدید (بالا رفتن از کوه به اندازه ۱۰۰۰ فوت در ۲۰ دقیقه) منحنی تجزیه را

1. J. Mitchell
2. Schumberg
3. Hawk
4. Schneider and Havens
5. Boothby and Berry
6. Joseph Barcroft

در جهت اسیدی شدن بیشتر (به راست) منحرف می‌کند، حال آنکه فعالیت ورزشی طبیعی (کوهنوردی ۱۰۰۰ فوت در ۴۵ دقیقه) هیچ تأثیر بارزی بر منحنی ندارد (۱۵۳). گرچه بارکرافت در سال ۱۹۱۴ نشان داد تغییرات دمایی باعث تغییر منحنی به همان سویی می‌شوند که با افزایش مقادیر اسیدی منحرف می‌شود (۱۵۲)، او و رودلف مارگاریا[1] (۱۹۰۱ـ۱۹۸۳) چند دهه بعد مطالعات مشخصی را درباره فعالیت ورزشی دینامیک انجام دادند. برای بررسی مؤثر آثار تمرین بر این شاخصها از جمله حجم خون نیز چند دهه زمان نیاز است.

**مایعات بدن و دستگاههای تنظیم دما**

تا قبل از سال ۱۹۱۹، هیچ تکنیکی برای سنجش دقیق حجم پلاسما، حجم مایعات درون‌سلولی، بین‌بافتی و برون‌سلولی، یا آب کل بدن در دسترس نبود، بنابراین از تغییرات غلظت خون، کاهش وزن، تولید عرق و تولید اوره برای ارزیابی آثار فعالیت ورزشی استفاده می‌شد. دور از انتظار نبود که روش کاهش وزن انتخاب شود. عرق‌ریزی نیز با جمع‌آوری عرق ارزیابی می‌شد. اگر به یاد داشته باشید در سال ۱۷۳۴، برایان رابینسون نمونه‌هایی را جمع‌آوری و وزن کرد، حال آنکه افراد مورد آزمایش به فعالیت ورزشی خود ادامه می‌دادند (۸۶). غدد عرق را نخستین بار در سال ۱۶۶۴ استنو[2] شناسایی کرد. وی گزارش کرد عرق و عرق‌ریزی نامحسوس از این غدد «به بیرون تراوش می‌کند» (۱۵۴). تا سال ۱۸۸۷، اعتقاد بر این بود که تبخیر عرق تأثیر خنک‌کننده بر بدن دارد و نقش مهمی در تنظیم دمای بدن ایفا می‌کند (۹۲). این نظریه را یک قرن پیش‌تر لاوازیه مطرح کرده بود. این مفهوم که افراد در معرض فعالیت ورزشی و گرما باید مایعات بدن خود را مصرف کنند به پیش از سال ۱۸۶۶ و زمان آرچیبالد مک‌لارن[3] (۱۵۵) بازمی‌گردد، هرچند ضرورت حفظ تعادل مایعات در سال ۱۹۱۲ را ای. اچ. هانت[4] (۱۵۶) ارتقا داد.

در دهه ۱۸۵۰، انجام فعالیت ورزشی تا حدی معقول تلقی می‌شد که دمای بدن افزایش یابد، پوست با عرق مرطوب شود، گونه‌ها سرخ شوند، اما نشانه‌هایی از تب دیده نشود. با وجود این، این دیدگاه زمانی تغییر یافت که بر تغییر آگاهی از این آثار با حداکثر تلاش تأکید شد (۹۴). در سال ۱۸۹۸، پمبری و نیکول[5] دماهای سطحی پنج نقطه مختلف بدن افراد را در حال راه رفتن سنجیدند و با افزایشی به اندازه ۰/۲ درجه تا ۲/۲ درجه سانتی‌گراد روبه‌رو شدند. آنها به عدم پایایی ثبت دمای دهانی هنگام فعالیت ورزشی پویا اعتراف و توصیه کردند که دماهای مقعدی یا ادراری پس از ادرار کردن سنجیده شوند. زمانی که دمای مقعدی در «فعالیت ورزشی سنگین» سنجیده شد، مقادیر بین ۳۸/۳ تا ۴۰ درجه سانتی‌گراد (۱۰۰ تا ۱۰۴ درجه فارنهایت) متغیر بودند (۱۵۷). به فاصله کوتاهی، پژوهشگران اروپایی و امریکایی اقدام به ارزیابی تغییرات دمای بدن (بیشتر مقعدی و با اصرار برخی دهانی) در سربازان در حال رژه، کوهنوردان، دوچرخه‌سواران، دوندگان، اسکی‌بازان و افراد دیگری کردند که در حال انجام فعالیتهای ورزشی گوناگون بودند. از آنجا که شرایط محیطی بیرونی بر سنجش دمای داخلی تأثیر می‌گذارند، تلاشهایی به عمل آمد تا

1. Rodolfo Margaria
2. Steno
3. Archibald Maclaren
4. E. H. Hunt
5. Pembrey and Nicol

تغییرات دمای مقعدی در شرایط جوّی استاندارد مطالعه شوند. با شروع قرن جدید لاگرانگ نشان داد افزایش دمای بدن هنگام فعالیت ورزشی کارایی مکانیکی عضله را افزایش می‌دهد. وی «پیاده‌روی تند مقدماتی» را برای گرم کردن توصیه کرد (۱۰۴). مطالعات درباره تغییرات دمای مقعدی در دوندگان ماراتون المپیک ۱۹۰۴ افزایش دما بین ۱/۱۵ تا ۱/۹ درجه سانتی‌گراد را نشان می‌دهند، در حالی که بالاترین دمای ثبتی در دونده‌ای با ۳۸ درجه سانتی‌گراد (۱۰۰/۴ درجه فارنهایت) دیده شد که هیچ ناراحتی را نشان نداد (۱۵۸). بندیکت و کتارت در سال ۱۹۱۳ (۱۴۴) جزء نخستین کسانی بودند که به دقت شرایط را کنترل و با استفاده از کالری‌سنج، گرمای تولیدی توأم با فعالیت ورزشی را سنجیدند. آنها نشان دادند فعالیت ورزشی «شدید» روی چرخ کارسنج با افزایش سریع دمای بدن همراه بوده است (قبل از رسیدن به نقطه اوج ۳۷/۷ درجه سانتی‌گراد و کاسته شدن تا وضع ثابت ۳۷/۴ درجه سانتی‌گراد). آنها دریافتند افزایش دما هنگام فعالیت ورزشی با شدت کار انجام‌شده تناسب دارد و با افزایش جریان خون عضله مرتبط است (۱۴۴).

### دستگاه کلیوی

در آغاز دوران سیاه قرون وسطا، وضعیت سلامتی با آزمایش رنگ ادرار، تیرگی آن، رسوبات، بو و مزه آن سنجیده می‌شد (۶۷). این روند قرنها ادامه داشت و تا حدودی توجیه می‌کند که چرا بیشتر متون مربوط به فعالیت ورزشی اولیه درباره عملکرد کلیه شامل گزارشهای آزمایش ادرار می‌شود.

یکی از نخستین کسانی که اوره را برای اطلاعات کاربردی تجزیه و تحلیل کرد آگوست فلینت جونیور بود. همان‌طور که قبلاً نیز گفته شد، او ادرار فردی در حال راه رفتن (ادوارد وستون)[1] را جمع‌آوری کرد که توانسته بود ۱۰۰ ۱۰۰ مایل را در کمتر از ۲۲ ساعت طی کند. نکته جالب عبارت بود از افزایش آب موجود در ادرار، فراورده‌های نیتروژنی، انواع سولفات و انواع فسفات، ولی تغییر بارزی در کلریدها دیده نشد. به دلیل ماهیت رژیم و انواع مایعات مصرفی، اهمیت یافته‌های وی مورد تردید قرار گرفت. هشت سال بعد در آلمان، جاستوس ون لوبه[2] (۱۸۰۳ـ۱۸۷۳) وجود آلبومین را در ادرار سربازان پس از یک رژه نظامی شدید مشاهده کرد، اما گمان برد که این موضوع فرایندی فیزیولوژیایی است (تصفیه از راه منافذ غشای گلومرولی) (۱۵۹). زمانی که نتایج آزمایشهای ادراری یک مانور نظامی ۱۰۰ کیلومتری تجزیه و تحلیل شد، در ۴۰ درصد از سربازان مقادیر پروتئین افزایش داشت. در حقیقت، نیم‌رخ ادراری (پروتئین، سلولهای خونی، و سیلندرها) شبیه شرایط بیماری بود: التهاب نفرونی پارانشیمی شدید (حاد). این شباهت باعث مطرح شدن این دیدگاه شد که فعالیت ورزشی طولانی‌مدت با ادرار پاتولوژیک ارتباط دارد (۱۶۰). نتایج تجزیه شیمیایی ادرار همچنین برای ارزیابی آثار دوی ماراتون بر عملکرد کلیه استفاده شد و همه دوندگان المپیکِ مورد آزمون شواهدی از وجود آلبومین را نشان دادند و بیشتر آنها دارای انواع سیلندر، سلولهای قرمز خون، و اجسام کتونی بودند. هیچ‌کدام شواهدی مبنی بر گلوکز تصفیه‌شده نداشتند (۱۵۸). عجیب نیست که این نتایج تداوم این بحث را تشدید کرد که آیا فعالیت ورزشی سنگین طولانی تأثیر پاتولوژیکی بر کلیه‌ها دارد یا خیر.

1. Edward Weston
2. Justus von Leube

این دغدغه یکی از عواملی بود که باعث شد کمیته ورزشی دانشگاه هاروارد از دارلینگ بخواهد در ارزیابی خود آثار کوتاه‌مدت و درازمدت قایق‌رانی رقابتی بر عملکرد کلیه‌ها را بررسی کند. وی افزایش بارز وزن مخصوص، اوره، آلبومین و سیلندرها را گزارش کرد و در نهایت نتیجه گرفت که «این بررسی ثابت کرد آثار فیزیولوژیایی تمرین به ویژه بر قلب و کلیه‌ها متأسفانه می‌توانند به شرایط بیماری نزدیک باشند، و اینکه برای اطمینان از رعایت محدوده‌های ایمن (بدون خطر) هنگام بروز این تغییرات، باید رقابتها تحت نظارت دقیقی انجام شوند» (۱۳۵، ص ۲۳۳). دو سال بعد (۱۹۰۱) وی مطالعه بعدی خود درباره همان اعضای تیم را منتشر کرد که اطلاعات اندکی درباره تغییرات کلیوی در آن درج شده بود (۱۳۶). وی در خلاصه مطالعه‌اش گفته است: «تا نه ماه پس از توقف تمرین، آثار مرضی که می‌توانند به تمرین نسبت داده شوند دیده نشد» (۱۳۶، ص ۵۵۹).

### دستگاه معدی ـ روده‌ای

مطالعه درباره دستگاه گوارش را گروه تحقیقاتی هاروارد توسط دارلینگ آغاز کرد. معده‌های ضعیف و ضعف ناشی از اسهال عامل نگرانی بود. با وجود این، پس از تکرار مشاهدات، وی نتیجه گرفت موضوع ریشه در عادتهای تغذیه‌ای داشت تا فشار تمرین (۱۳۵). به جز موارد نادری از دیرهضمی پس از توقف تمرین، اطلاعات یا نتیجه‌گیری‌ای درباره این موضوع وجود نداشت.

در آغاز قرن جدید، والتر کانُن (۱۸۷۱ـ۱۹۴۵) از دانشگاه هاروارد دوره پژوهش درخشان خود را با مطالعه عملکرد دستگاه معدی ـ روده‌ای آغاز کرد. علاقه وی به انقباضات معده گرسنه، آنتون جی. کارلسون[1] (۱۸۷۵ـ۱۹۵۶) در دانشگاه شیکاگو را برانگیخت تا آثار فعالیت ورزشی بر این پدیده را مطالعه کند. وی زمانی که آزمودنیهای انسانی خود را هنگام ایستادن یا راه رفتن بررسی کرد، تغییر ناچیزی را شاهد بود، در حالی که دویدن تأثیری مهاری داشت (۱۶۱). زمانی که لوله‌های معدی را در سگها قرار داد و آنها را با سرعت فزاینده‌ای روی تردمیل دواند، نتایج مشابه نتایجی بودند که درباره انسان گزارش کرده بود.

### دستگاه غدد درون‌ریز

در زمان نسخه خطی بایفورد، تصور می‌شد اختگی بر صفات و عملکردهای جنسی مردان تأثیر می‌گذارد. کلود برنارد[2] نشان داده است که گلوکز رهاشده از کبد به درون خون «ترشح داخلی» است، و توماس آدیسون از بیمارستان و دانشگاه پزشکی گوی لندن سندرم وابسته به تخریب قشر فوق‌کلیوی را معرفی کرده است. بنابراین، هر مفهومی از تأثیر فعالیت ورزشی بر غدد درون‌ریز با ردپایی از عقیده هومورال بقراط ارتباط داشت. در شروع قرن جدید، ویلیام بایلیس[3] (۱۸۶۰ـ۱۹۲۴) و ارنست استارلینگ (۱۸۶۶ـ۱۹۲۷) در لندن با گزارش خود مبنی بر اینکه ماده‌ای شیمیایی از بافت روده‌ای به نام سکرتین مسئول تحریک ترشح مایعاتی از غده لوزالمعده است، به تولد علم درون‌ریزشناسی کمک کردند (۶۷).

1. Anton J. Carlson
2. Claude Barnard
3. William Bayliss

درون‌ریزشناسی در اصل به دلیل آزمایشهای جانوری توسعه یافت. در سال ۱۸۹۲، جاکوب[1] آلمانی نشان داد تحریک الکتریکی اعصابی که غدد فوق‌کلیوی را عصب‌رسانی می‌کند ماده‌ای را آزاد می‌سازد که گستردگی بافت انقباضی را تغییر می‌دهد (۱۶۲). سه سال بعد، اولیور و شافر[2] عصاره‌ای از غدد فوق‌کلیوی را کشف کردند که مشابه عصاره‌ای بود که بعد از تحریک اعصاب احشایی شناسایی شده بود (۱۶۳). کانن از این اطلاعات در برنامه‌ریزی آزمایش خود همراه با دولاپاز[3] استفاده کرد و نشان داد خون گربه‌هایی که از سوی سگها تهدید می‌شدند حاوی اپی‌نفرین و افزایش غلظت گلوکز بوده است (۱۱۵). این اطلاعات موجب آزمایش عصب احشایی با کمک نایس[4] (۱۶۴) شد که نشان دادند تحریک عضلات درشت‌نئی قدامی خسته سبب افزایش نیروی تولیدی آنها می‌شود و آن را به مفهوم جنگ ـ گریز کانن نسبت دادند، زیرا وی معتقد بود افزایش اپی‌نفرین باعث افزایش توان عضله و جریان خون این فرایند شده است. زمانی که کانن این آزمایشها را انجام می‌داد سایرین با آماده‌سازی به روش ایزوله نشان داده بودند که اپی‌نفرین باعث افزایش تواتر قلبی، اکسیژن مصرفی، انقباض‌پذیری قلبی و رگ‌گشایی کرونری می‌شود؛ بنابراین به نظر می‌رسد در این سالهای کشف و شناسایی، فیزیولوژیستها نقشی کلیدی برای اپی‌نفرین در تقویت پاسخ فعالیت ورزشی قائل بودند. با کمال تعجب، موضوع برای باین بریج این‌گونه نبود. وی عدم قطعیت و بی‌ثباتی موجود در این سنجشها را از حد تصور بزرگ‌تر دید. در حقیقت، او اشاره می‌کند، «جای تردید زیادی وجود دارد که آیا غدد فوق‌کلیوی که به عنوان عامل مترشحه آدرنالین در شرایط عادی در نظر گرفته شده‌اند در ایجاد تغییرات دستگاه گردش خون و سایر تغییراتی که هنگام فعالیت ورزشی رخ می‌دهد نیز دخالت دارند یا خیر» (۶، ص ۱۳۲).

به دلیل مشاهدات موشکافانه توماس آدیسون (۱۷۹۳ـ۱۸۶۰) در اواسط قرن نوزدهم، نوعی همبستگی بین غدد فوق‌کلیوی (قشر) و ضعف عضلانی و خستگی دیده شد. در حقیقت، چارلز ادوارد براون ـ سکوارد[5] (۱۸۱۷ـ۱۸۹۴) در سال ۱۸۵۶ در لندن نشان داد قشر فوق‌کلیوی متابولیتهای فعالیت عضلانی را سم‌زدایی می‌کند (۱۶۵). با وجود این، برای بررسی مبانی مشاهدات آدیسون تقریباً هشتاد سال طول کشید تا مطالعات تأثیر فعالیت ورزشی در جانوران فاقد غدد فوق‌کلیوی و عصاره‌های قشر فوق‌کلیوی را بررسی کنند. به علاوه، تازه پس از سالها شناسایی، تأثیر فعالیت ورزشی بر غدد هیپوفیز، تیروئید، و لوزالمعده مطالعه شد.

### دستگاه ایمنی

در رم باستان، اصطلاح «ایمنی» معافیت خدماتی یا انجام وظیفه‌ای در برابر دولت به شمار می‌رفت. تا اینکه در پزشکی به معنای مصون ماندن در برابر بیماریهای عفونی معنا شد. با وجود این، تا قبل از تعریف ایمنی، معلوم و پذیرفته شده بود که اولین ابتلا به یک بیماری باعث مصون ماندن در برابر آن برای بار دوم می‌شود. با پذیرش نظریه میکروب بیماری، ایمنی‌شناسی در آزمایشگاه لویس پاستور[6] در فرانسه پدیدار شد (۱۸۲۲ـ۱۸۹۵). در دهه ۱۸۸۰، نتایج ایمنی اکتسابی وی

1. Jacobj
2. Oliver and Schafer
3. de la Paz
4. Nice
5. Charles-Edouard Brown-Sequard
6. Louis Pasteur

در جوجه‌های مبتلا به وبا و گوسفندان مبتلا به سیاه‌زخم به سرعت مورد تأیید جوامع علمی و پزشکی قرار گرفتند (۱۶۶). هرچند این رشته به کمک کشفهای وابسته به حضور و عمل آنتی‌ژنها و آنتی‌بادیها یا وجود سلولی و خودایمنی در حال توسعه بود، علاقه یا دغدغه کمی در این باره وجود داشت که فعالیت ورزشی چگونه باعث تغییر پاسخهای ایمنی می‌شود. توجه بیشتر به سرایت عفونتها و نقش لکوسیتها در این فرایند معطوف بود.

از نخستین مطالعاتی که درباره آثار فعالیت ورزشی بر لکوسیتها انجام شد (در متون فیزیولوژی سال ۱۸۳۵ آنها به عنوان گلبولهای سفید شناخته می‌شدند) مطالعه زانتز و شامبورگ در ۱۹۰۱ در مورد سربازان بود (۱۴۸). نتایج پس از رژه آنها حاکی از افزایش شمار لکوسیتها بود که به افزایش تعداد نوتروفیلها و لنفوسیتها نسبت داده شد. در بررسی هاک در سال ۱۹۰۴ درباره آثار فعالیتهای ورزشی گوناگون (N=۱۳) بر اجزاء تشکیل‌دهنده خون، در همه رویدادها لکوسیتها تا حد متوسط ۵۷ درصد افزایش داشتند (۱۴۹).

در مقایسه با آزمودنیهای غیرورزشکار، ورزشکاران حاضر در مطالعه هاک همان مقادیر لکوسیتی استراحتی را داشتند (۸۰۰۰ لکوسیت در هر میلی‌لیتر) که از حد انتظار خیلی بالاتر بود (تقریباً ۱۱ درصد). همچنین، اشنایدر و هاونز در مطالعه خود در مورد دونده‌ها افزایش شمار لکوسیتها را پس از دویدن دیدند که دامنه آن از ۳ تا ۲۳ درصد متغیر بود. زمانی که آنها سلولهای سفید را به تفکیک شمارش کردند، سلولهای دارای هسته‌های چندشکلی از ۹ تا ۴۵ درصد افزایش داشتند، در حالی که سلولهای تک‌هسته‌ای کاهشهای ۱۴ تا ۵۵ درصدی را نشان دادند (۱۵۰). در کل، این تغییرات به توزیع مجدد سلولها و مایعات ناشی از فعالیت ورزشی نسبت داده شدند و تلاشی نشد تا آنها را با پاسخهای وابسته به عفونت ارتباط دهند (با وجود این، برخی پژوهشگرانی که موضوع را دنبال کردند آن ادعا را تأیید نمودند).

این علاقه‌مندی به ارتباط بین وضعیت آمادگی جسمانی و ایمنی در برابر بیماریهای عفونی تا حدودی ریشه در مشاهدات پروفسور هانز زینسر[1] پس از جنگ جهانی اول در بوستون دارد مبنی بر اینکه در مردان ورزشکاری که در حال خدمت در نیروی برون‌مرزی امریکا بودند، شیوع آنفولانزا و فوت بیشتر دیده می‌شد (در مقایسه با سربازان غیرورزشکار) (۱۶۷). هرچند این مشاهده حل‌نشده باقی ماند، اطلاعات جدیدی درباره این رابطه، در فصل مربوط به دستگاه ایمنی ارائه شده است.

### کتاب درسی مکنزی

در سال ۱۹۱۰ آر. تیت مکنزی[2] پزشک و مجسمه‌ساز معروف ورزشی که مدیر تربیت بدنی دانشگاه پنسیلوانیا نیز بود اولین چاپ از چند ویراست *فعالیت ورزشی در آموزش و پزشکی* را منتشر کرد (۱۶۸). مخاطب این کتاب «دانشجویان و کاردرمانگران تمرین بدنی، مربیان افراد جوان، دانشجویان پزشکی و کاردرمانگران بودند و هدف کتاب نیز ارائه دیدگاه جامعی درباره فضایی بود که فعالیت ورزشی باید در آن جای می‌گرفت، یعنی منبع کامل آموزشی و درمان‌کننده شرایط ناهنجار یا بیماری» (۱۶۸، ص ۹). مکنزی پس از تعریف فعالیت ورزشی و دسته‌بندی آن به انواع فعال و غیرفعال، فعالیتهای ورزشی کوششی، مهارتی و استقامتی را به بحث گذاشت و خاطرنشان ساخت که فعالیت

1. Hans Zinsser
2. R. Tait McKenzie

ورزشی استقامتی با انواع گوناگون خستگی مرتبط است. تأکید بر فیزیولوژی فعالیت ورزشی عمدتاً به تغییرات دستگاههای عضلانی، تنفسی و قلبی ـ عروقی محدود می‌شد، در حالی که درباره دستگاههای سوخت‌وسازی، خون‌ساز و دفع بسیار کم بحث شده است. تنها در مورد اندکی از اطلاعات ارائه‌شده رابینسون، سگوین و لاوازیه، بایفورد، هارتول، فلینت یا کلب در این کتاب بحث شد، هرچند نظرات لاگرانگ مورد توجه قرار گرفته است.

**خلاصه‌ای از نشریات و بررسیهای قرن نوزدهم و اوایل قرن بیستم**

***نشریات***

هنگام تأمل در نشریات بی‌شمار وابسته به این دوره زمانی، باید مشخص کرد که آیا نویسندگان این کتابها دیدگاهها یا نظرات خود را در این دوره ارائه می‌دهند یا نتایج مشاهدات یا آزمایشها را. هرچند درباره این دوره و وضعیت مبانی دانشیِ آن گذشتگان روشنگریهایی کرده‌اند، تنها متأخرین می‌توانند مبانی علمی فیزیولوژی ورزشی را مطرح کنند. بنابراین، مشاهدات بیومونت در سال ۱۸۳۳ مهم‌اند و شناخت ما را از نقش معده در شرایط فعالیت ورزشی و غیرفعالیت ورزشی تا حد زیادی گسترش می‌دهند. کتاب درسی فیزیولوژی فلینت که چند چاپ داشت، فوق‌العاده مهم بود، زیرا الف) مبنای «نوین» فیزیولوژی را برای پزشکان آینده تأمین می‌کرد که می‌توانستند در دپارتمانهای تربیت بدنی عضو هیئت علمی شوند، و ب) کتاب حاوی نتایج پژوهشها درباره فیزیولوژی فعالیت ورزشی بود که وی و دیگر پژوهشگران گردآوری کرده‌اند. یادآوری کتاب درسی کلب که در سال ۱۸۹۳ منتشر شد ضروری است، زیرا وی نتایج گسترده‌ای را درباره ورزشکارانی ارائه می‌کند که بیشتر آنها قایق‌ران بودند. کتاب وی موضوعاتی در باب تمرین، آثار تمرین و برنامه‌های تمرینی دارد و حاوی اطلاعاتی درباره مقدار کاری است که باید انجام شود و آثار خستگی و پاسخهای انتخابی دستگاههای تنفسی و قلبی ـ عروقی را در خود جای می‌دهد و این مزیتی است، زیرا پرسشهای کمّی ایجاد می‌کند. نتایج وی درباره دمای ۴۰ درجه سانتی‌گرادی مقعدی (۱۰۴ درجه فارنهایت) باعث شد تا مقامات المپیک آینده این مقدار را به عنوان کران بالا برای مسابقه‌دهندگان آتی منظور کنند. چاپ دیدگاههای بایفورد در نام‌گذاری و اعتبار فیزیولوژی فعالیت ورزشی اهمیتی تاریخی دارد، اما عقاید فیزیولوژیایی وی بیشتر بازتابی از نظریه‌هاست تا نتایج. یکی از ابعاد مقالات هارتول آن است که آنها به نقش مهم عوامل ژنتیکی در پاسخ به یک فعالیت ورزشی پرداخته‌اند.

***بناگذاری دروس فیزیولوژی فعالیت ورزشی***

در مقاله ویلیام بایفورد در سال ۱۸۵۵ اصطلاح و پتانسیل فیزیولوژی فعالیت ورزشی مطرح شد، اما در آن برای گنجاندن درس فیزیولوژی فعالیت ورزشی در میان دروس آکادمیک دپارتمان فیزیولوژی تلاشی نشد. همان‌گونه که روبرتا پارک[1] اشاره کرده است، پس از جنگ جهانی، مردم امریکا علاقه‌ای شدید به تندرستی و تربیت بدنی نشان دادند و عزم خود را جزم کردند تا این موضوعات را به همراه تمرینات بدنی، ژیمناستیک، و رشته‌های ورزشی در دستگاههای آموزشی موجود خود بگنجانند. از آنجا که پزشکان در بیشتر مؤسسات و مجموعه‌های ورزشی مسئول تندرستی

1. Roberta Park

دانشجویان بودند، برای مقاصد آموزشی نیز در دسترس بودند. سپس در سال ۱۸۹۲، دروس فیزیولوژی فعالیت ورزشی از سوی چند مؤسسه، با همان شیوه‌ای که جرج ولز فیتس پزشک در مدرسه علمی لارنس دانشگاه هاروارد تدریس می‌کرد به عنوان الگو مدنظر قرار گرفتند.

| خودآزمایی |
| --- |
| برای حمایت از این بیانیه که رشته فیزیولوژی فعالیت ورزشی از کلاسها و آزمایشگاههای دپارتمانهای تربیت بدنی منشأ گرفته است تا دپارتمانهای فیزیولوژی، استدلال بیاورید. |

***بررسیهای تجربی***

بدیهی است که این نتایج به نحوی که ارائه می‌شوند پدید نیامده‌اند. این حقیقت که دستگاه عصبی منشأ پاسخهای حرکتی، تواتر قلبی و تنفسی است ریشه در نتایج کارهای تجربی ناتان زانتز، آگوست جولیوس گپرت و جانز اریک یوهانسون دارد. اما این آزمایشهای قلبی ـ تنفسی آگوست کروگ و یوهانسن لینهارد بود که در آنها سازوکارهای عصبی قلبی ـ تنفسی با پرتوافکنی ایمپالسهای ناشی از کورتکس حرکتی ارتباط داشت و به مفهوم فعال شدن فرمان حرکتی منجر شد که در حال حاضر نقش دستگاه عصبی را در پاسخهای حرکتی، تنفسی و گردش خون توجیه می‌کند.

سنجش تواتر قلبی هنگام فعالیت ورزشی را گالن (جالینوس) آغاز کرد، رابینسون آن را ادامه داد، و بون آن را در سال ۱۹۰۴ با مطالعه دانشجویان دوچرخه‌سوار به شکل کارآمدی گزارش کرد. اتیین ماری برای نخستین بار فشار خون را در اسبهای در حال فعالیت ورزشی گزارش کرد، قبل از آنکه لئونارد هیل، جیمز مک‌کاردی و ویلبر بون نتایج خود را در مورد انسان گزارش کنند. هیل رخداد کم‌فشار خونی پس از فعالیت ورزشی را نشان داد، در حالی که مک‌کاردی آثار فعالیت ورزشی مقاومتی را گزارش کرد و بون، آثار فعالیت ورزشی پویا بر فشارهای شریانی را مورد توجه قرار داد. یوهانس لینهارد برای سنجش برون‌ده قلبی هنگام فعالیت ورزشی روش تنفس مجدد نیتروس اکساید را کامل و مقدار ۲۸/۶ لیتر در دقیقه را گزارش کرد. هرچند پس از استفاده این روش بحثهای زیادی درباره روا بودن آن مطرح شد، بنت سالتین ادعا کرد پژوهشهای انجام‌شده در دو دهه، روشها و مقادیر آنها را به اثبات رسانده است. لینهارد همچنین گزارش کرد حجم ضربه‌ای بر اثر فعالیت ورزشی و تمرین افزایش می‌یابد. هرچند سنجشها و بحثها درباره آثار فعالیت ورزشی بر اندازه قلب در حال انجام بود، روش‌شناسیها درباره درستی نتایج در آزمودنیها با کمبودهایی مواجه بود.

تلاشهای ادوارد اسمیت در استفاده از روشهای تنفسی آثار زیان‌بار فعالیت ورزشی تردمیلی را در محکومان به زندان‌افتاده نشان داد و باعث شد اطلاعات زیادی درباره کار اجراشده، تواتر تنفسی، و حجمهای دی‌اکسیدکربن بازدمی (مانند اسیدکربنیک) به دست آید. یکی از یافته‌های جالب آن بود که $CO_2$ تولیدی با شدت فعالیت ورزشی رابطه خطی داشت. کروگ و لینهارد ادعا کردند پاسخ سریع با حضور یونهای هیدروژن در مرکز تنفسی ارتباط دارد. با وجود این، ماری کروگ نشان داد انتشار اکسیژن با فعالیت ورزشی متوسط تا سنگین افزایش می‌یابد. پس از آنتونی لاوازیه که سنجش اکسیژن دریافتی هنگام فعالیت ورزشی را نشان داده بود، فرانسیس بندیکت آزمایشهای دقیقی را در

آزمایشگاه خود در واشنگتن دی سی انجام و نشان داد این احتمال وجود دارد که در فرد در حال فعالیتهای ورزشی سنگین، حجم اکسیژن دریافتی از ۳ لیتر در دقیقه فراتر رود.

در شروع قرن جدید، یافته‌های بافت‌شناختی بی. مورپورگو در سگها نشان دادند که فعالیت ورزشی درازمدت به دلیل افزایش سارکوپلاسم موجب هیپرتروفی می‌شود. آنجلو موسو نیرونگاری را توسعه داد و فرایند خستگی را کمّی کرد و نشان داد خستگی محیطی نیز مثل خستگی مرکزی با کار رخ می‌دهد. پژوهش نیرونگاری تئودور هاوف درباره عضلات انسان وی را متقاعد ساخت درد عضلانی با فراورده‌های خستگی و آسیب بافت ارتباط دارد. با توجه به مطالعات دقیق سوخت‌وسازی فرانسیس بندیکت و همکارانش معلوم شد درصدهای کارایی مکانیکی عضلاتی که کار انجام می‌دهند، نوعاً کمتر از ۲۰ ثانیه است.

در این زمان، عقاید گوناگونی میان جاستوس لایبیگ (پروتئینها)، جی. بی. آگوست (چربیها)، و ناتان زانتز (کربوهیدراتها) درخصوص سوبستراهای مورد استفاده هنگام فعالیت ورزشی رواج داشت. مجدداً یادآوری می‌شود، بررسیهای فرانسیس بندیکت و ادوارد کتارت نشان دادند تغییر شکل کربوهیدرات منبع انرژی غالب برای پاسخ فعالیت ورزشی است.

مطالعه‌های ناتان زانتز، ادوارد اشنایدر و پی. بی. هاک نشان دادند که فعالیت ورزشی کوتاه‌مدت و درازمدت شمار اریتروسیتها و غلظتهای هموگلوبینی را افزایش می‌دهد، اما به دلیل ناتوانی در سنجش صحیح حجم خون و پلاسما، یافته‌های آنها بیشتر اهمیت تاریخی دارند تا فیزیولوژیایی.

کامل شدن دماسنجهای سطحی و مقعدی ثبت دما هنگام فعالیت ورزشی متوسط تا سنگین را برای پمبری و نیکول امکان‌پذیر کرد. اما این افزایشها از ۳۸/۴ درجه سانتی‌گراد فراتر نرفتند. با استفاده از کالری‌سنج قابل حمل‌ونقل آزمایشگاهی، بندیکت و کتارت گرمای تولیدشده و نیز دمای مقعدی را هنگام فعالیت ورزشی «شدید» سنجیدند و مقدار اوج ۳۷/۷ درجه سانتی‌گراد را گزارش کردند. هنگامی که دماهای مقعدی دوندگان ماراتون حاضر در بازیهای المپیک ۱۹۰۴ ثبت شد، بالاترین دما ۳۸ درجه سانتی‌گراد بود.

فیزیولوژی کلیوی با تجزیه و تحلیل نتایج ادرار ارزیابی شد و افزایش آلبومین موجود در ادرار این دغدغه را به دنبال داشت که وجود پروتئین در ادرار (پروتئین اوری) بعد از فعالیت ورزشی پتانسیل اندکی برای نشان دادن اختلالات کلیوی دارد. آزمایشهای والتر کانن نشان دادند عصاره فوق‌کلیوی که تواتر قلبی، اکسیژن مصرفی و گلوکز مصرفی را افزایش می‌دهد و در آزمایشهای حیوانی باعث به تأخیر افتادن خستگی می‌شود، اپی‌نفرین است و احتمالاً همان تأثیر را در انسان در وضعیتهای جنگ و دویدن دارد. آزمایشهای زانتز، هاک و اشنایدر نشان دادند با فعالیت ورزشی کوتاه‌مدت، لکوسیتها افزایش می‌یابند، اما آنها نتوانستند نشان دهند این سلولها چگونه می‌توانند با دستگاه ایمنی ارتباط داشته باشند.

## خلاصه فصل

نزد مردمان باستان، فعالیت ورزشی راهی برای زندگی، وسیله‌ای برای بقا و روش مهاجرت از قاره افریقا به شمار می‌رفت. ترس از ناشناخته‌ها، آسیبهای ناشی از بیماری، جستجو برای مصون ماندن توسط نیروهای ماوراءالطبیعه، خدمت به دیگران، در آرزوی سلامتی بودن، ضرورت درک زندگی و ساختار و عملکرد بدن انسان از دلایل مهاجرت

بودند. نکته جالب آنکه، ساکنین باستانی سواحل رودخانه‌های ایندا‌س و زرد و سرزمین یونان باستان عناصر مشابهی (اما نه همانند هم) را مسئول شکل‌گیری بدن انسان می‌دانستند و اینکه تغییر شکل این عوامل و کیفیت آنها با اخلاطی در ارتباط بودند که، وقتی در تعادل بودند، در باور ساکنین هند و تا حدودی یونانیان باستان برای عملکرد و کسب تندرستی اهمیت داشتند. نزد چینیها، این ابعاد با تناسب و تعادل بین اصول یانگ و یین ارتباط داشتند.

ساسروتا، جراح هندی، فعالیت ورزشی را وسیله‌ای برای کسب تعادل میان‌اخلاطی می‌دانست که به نوبه خود تندرستی را بازمی‌گرداند و بیماریهای وابسته به بی‌تعادلی را به حداقل می‌رساند. وی همچنین آثار فعالیت ورزشی درازمدت را شناسایی کرد. در سلسله‌های کهن، پزشکان و فیلسوفان چینی فعالیت ورزشی نفس کشیدن را برای کمک به از میان بردن «هوای بد» تجویز می‌کردند، و پس از پذیرش مکتب یین ـ یانگ، از فعالیتهای ورزشی برای تأثیر یانگ یا تندرستی‌اش دفاع کردند. هرچند ورزشها و بازیها برای شهروندان هند و چین مهم بودند، شواهدی مبنی بر توصیه‌های فیزیولوژیایی برای افزایش عملکرد وجود نداشتند. با وجود این، هر دو فرهنگ باور داشتند که فعالیتهای ورزشی مفرط (بیش از حد) زیان‌بار و بالقوه کشنده‌اند.

در دولت ـ شهر اسپارت، فعالیت ورزشی جزئی از فرایند دولت‌محوری بود و در فرایندهای تربیتی گنجانده شده بود، زیرا هدف دولت از تبدیل شدن به ملتی جنگاور را تسهیل می‌کرد. پیامد فیزیولوژیایی عبارت از کسب آمادگی برای جنگیدن بود. در مورد سایر نواحی یونان، به ویژه آتن، برای ترویج بدن سالم، فعالیت ورزشی (که در قالب ژیمناستیک شناسایی شده بود) با فرایند تحصیلی آمیخته گشته بود. به علاوه، پزشکان یونانی، به ویژه بقراط، از فعالیت ورزشی ملایم حمایت می‌کردند، زیرا فعالیت بدنی می‌توانست تعادل میان اخلاط را تغییر دهد و پیامدهای بیماری را به حداقل برساند یا از آن پیشگیری کند. اولین فعالیت ورزشی را بقراط برای یک بیمار مسلول به طور مشروح تجویز کرد.

جالینوس پانصد سال پس از بقراط از دیدگاههای وی درباره فواید فعالیت ورزشی برای تندرستی و نقش آن در به حداقل رساندن بیماری دفاع کرد. به رغم نگاه تحقیرآمیز بقراط و جالینوس به مربیان، پس از قرن پنجم پیش از میلاد، مفاهیم فیزیولوژیایی ویژه افزایش عملکرد پدیدار شدند. با وجود این، معدود پزشکان یا مربیانی بودند که از فعالیت ورزشی سنگین برای رسیدن به حالت ورزیدگی پشتیبانی کردند.

فیزیولوژی دانشی تجربی است که مبانی آن ریشه در سنجش دارند. این دیدگاه درباره فیزیولوژی ورزشی نیز صدق می‌کند. بنابراین، آثار فیزیولوژیایی فعالیت ورزشی از زمان بقراط تا قرن هفدهم ریشه در مشاهدات و گزارشهایی داشتند که معمولاً با تندرستی توصیف می‌شدند تا فیزیولوژی. هرچند این مشاهدات قابل درک بودند، با دستگاههای گردش خون (تواترهای ضربانی و نیروی ضربانی)، تنفسی (تعداد تنفس)، عضلانی (وزن، قدرت، استقامت، و توان)، تنظیم دما (عرق‌ریزی و تب) و گوارش (حرکات شکم و سوءهاضمه) ارتباط داشتند. قرن هفدهم را نقطه مرزی می‌دانند، زیرا در آن زمان، سنجشهای وابسته به فیزیولوژی فعالیت ورزشی را گلیسون، بورلی، استنسن، سانتوریو، هاروی و برنولی انجام دادند.

قرن هجدهم که عصر روشنگری توصیف شده است می‌تواند دوران لاوازیه، فلویر، رابینسون و تیسوت را تداعی کند. لاوازیه برای بنا نهادن مبانی شیمیایی تنفس، سوخت‌وساز و دمای بدن مشهور شد، در حالی که اکسیژن مصرفی هنگام فعالیت ورزشی را سنجید. فلویر اولین فردی بود که آثار فعالیت ورزشی را بر تواتر قلبی ثبت کرد. رابینسون به

دلیل آزمایشها و اندیشه‌هایش درباره تواتر قلبی، قدرت عضله، جریان خون و تنظیم دما و تیسوت به دلیل تأمین الگویی برای تجویز فعالیت ورزشی معروف گشتند.

قرن نوزدهم نقطه شروع فیزیولوژی و پزشکی شناخته می‌شود. در مورد فیزیولوژی فعالیت ورزشی، این دانش به طور کلی پس از آموزشهای رسمی بناشده در مؤسسات آموزشی پدید آمده است. هرچند آغاز آن به اندازه فیزیولوژی یا پزشکی جلب توجه نکرد، نقطه شروع به حساب می‌آمد. دهه‌های آغازین قرن بیستم، به عنوان سالهای شناسایی مشخص می‌شوند، زیرا پژوهشگران زیادی در ایالات متحده و اروپا به دستگاه‌های گردش خون، تنفسی، عصبی، سوخت‌وسازی، عضلانی و تنظیم دما توجه نشان دادند و کمک کردند تا فیزیولوژی فعالیت ورزشی به عنوان رشته‌ای علمی به رسمیت شناخته شود.

| خودآزمایی |
| --- |
| در مخالفت با این بیانیه دلیلی بیاورید: رشد و پیشرفت فیزیولوژی فعالیت ورزشی به دلیل تأثیر بارزش بر افزایش و پیشرفت عملکرد بود. |

## نقطه عطف اکتشاف

توصیفی از یک مطالعه (در فرانسه و انگلیس) و فهرستی از نتایج آن را می‌توان در مطالعات بندیکت و کتارت (۱۴۴، ص ۶)، فلینت (۱۰۰، ص ۱۳۸)، و در کتب مرجع یافت (۸۴). لاوازیه با انجام مطالعات قبلی‌اش در مورد حیوانات دریافت که هوای قابل تنفس (که وی بعدها آن را اکسیژن نامید) وارد ریه‌ها می‌شود و سپس به شکل اسیدهای گچی هواماننده (دی‌اکسیدکربن)، تقریباً در حجمی برابر، از ریه‌ها خارج می‌شود. به علاوه، بخش قابل تنفس هوا این ویژگی را دارد تا با خون ترکیب شود و رنگ آن را به قرمز تغییر دهد. این مطالعات باعث شدند تا وی نتیجه بگیرد تنفس فرایند احتراق آرام بین کربن و هیدروژن است که به اکسیژن نیاز دارد و به تولید گرما منجر می‌شود که در سرتاسر بدن پراکنده می‌گردد (او تصور می‌کرد فرایند احتراق در ریه‌ها انجام می‌شود). بنابراین، برای تعیین آثار آن بر تنفس استراحتی، غذای مصرفی، و فعالیت ورزشی، وی از سگوین شیمی‌دان خواست یک ماسک مسی بزند تا اکسیژنی را که از طریق ظرفی تأمین می‌شد تنفس کند و با نوعی پا زدن (رکاب زدن) کاری را انجام دهد (در مجاور میز). همسرش، ماری ـ آنه لاوازیه (شکل ۱۲ـ۱)، اطلاعات را ثبت می‌کرد و پزشکی نیز برای ارزیابی وضع سلامتی سگوین (صداهای قلب و تواتر قلبی) در محل حضور داشت. ماسک مسی با موم یا ماده سیمان‌مانندی در جای خود ثابت گرفته بود.

آزمایش پنج مرحله داشت. در دو مرحله نخست، اکسیژن مصرفی استراحتی و دی‌اکسیدکربن تولیدی در وضعیت ناشتا و در دو دمای بیرونی معادل ۲۶ و ۱۲ درجه سانتی‌گراد سنجیده می‌شد. سپس سگوین با نوعی رکاب زدن کار می‌کرد که باعث جابه‌جایی وزنه‌ای ۷/۳۴۳ کیلوگرمی تا ارتفاع ۶۱۳ پاید[1] (پا) یا حدود ۲۰۰ متر در دوره ۱۵ دقیقه‌ای می‌شد. پس از آنکه وی وعده‌ای غذایی خورد (با این باور که صبحانه وی باشد)، سنجشهای استراحتی

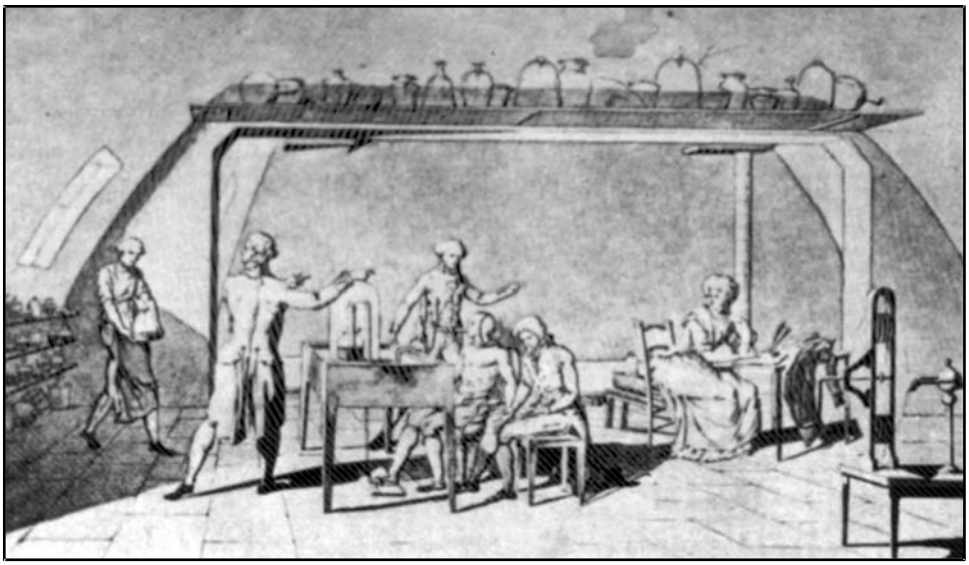
1. pied

درست مثل آزمایش کار تکرار شدند. با وجود این، پس از وعده غذایی، سگوین وزنه مشابهی معادل ۶۵۰ پاید یا حدود ۲۱۱ متر را در زمان معینی بلند کرد. اکسیژن مصرفی به صورت پونس[1] (۱۹/۸۳۶۳ لیتر= ۱۰۰۰ پونس) و به روال ساعتی بیان شد. نتایج به قرار زیر بودند:

| وضعیت | پونس مکعب بر ساعت | لیتر بر ساعت | لیتر بر دقیقه | کار انجام‌شده (کیلوگرم بر دقیقه) |
|---|---|---|---|---|
| استراحتی، ۲۶ درجه سانتی‌گراد، ناشتا | ۱۲۱۰ | ۲۴/۰۰۲ | ۰/۴۰۰ | |
| استراحتی، ۱۲ درجه سانتی‌گراد، ناشتا | ۱۳۴۴ | ۲۶/۶۶۰ | ۰/۴۴۴ | |
| استراحت پس از غذا | ۱۹۰۰ـ۱۸۰۰ | ۳۷/۶۸۹ | ۰/۶۲۸ | |
| کار، ناشتا | ۳۲۰۰ | ۶۳/۴۷۷ | ۱/۰۵۸ | ۱۴۶۹ |
| کار بعد از غذا | ۴۶۰۰ | ۹۱/۴۲۸ | ۱/۵۲۴ | ۱۵۴۹ |

صرف نظر از مشکلات بدیهی در طراحی و روش‌شناسی (مقادیر تقریبی‌اند)، سگوین و لاوازیه برای اولین بار تغییر شکل انرژی را در انسان با ارجاع ویژه به آثار دمای بیرونی یا هضم و جذب و فعالیت ورزشی نشان دادند. با سنجش اکسیژن مصرفی و داشتن پزشکی که تواتر قلبی را هنگام آزمایش ثبت کند (داده‌ها نشان داده نشده‌اند)، آنها از ارتباط بین دستگاههای گردش خون و سوخت‌وسازی پیش از پژوهشگران قرن نوزدهم آگاهی یافتند. نزد فیزیولوژیستهای فعالیت ورزشی تا امروز، اکسیژن مصرفی همچنان استاندارد طلایی ارزیابی و تجویز فعالیت ورزشی به شمار می‌رود؛ بنابراین، نباید فراموش کرد که این روش را لاوازیه بیش از دویست سال پیش آغاز کرده است!

*Seguin A. Lavoisier A. Premier Mémoire sur la Respiration des Animaux. Mem Acad R Sci. 1789: 566-584.*



**شکل ۱۲ـ۱** طرح نقاشی ماری ـ آنه لاوازیه؛ یکی از دو آزمایش لاوازیه و سگوین را به تصویر کشیده است.

1. pounces

## منابع


1. Sherrington C. *Man on His Nature.* New York: Macmillan; 1941: 6-8.
2. Byford WH. On the physiology of exercise. *Am J Med Sci.* 1855; 30: 32-42.
3. Brock AJ. *Greek Medicine*. London: Dent & Sons; 1929.
4. Tipton CM. Historical perspective: the antiquity of exercise, exercise physiology and the exercise prescription for health. In: Simopoulos SP, ed. *Nutrition and Fitness: Cultural, Genetic, and Metabolic Aspects.* Basel: Karger; 2008: 198-245.
5. Tipton CM. Contemporary exercise physiology: fifty years after the closure of the Harvard Fatigue Laboratory. *Exerc Sport Sci Rev.* 1998; 26: 315-339.
6. Bainbridge FA. *The Physiology of Muscular Exercise.* London: Longmans, Green; 1919.
7. Roy SB. *Mohenjardo.* New Delhi: Institute of Chronology; 1982.
8. Wilson HH. *Rig-Veda Samhita.* Vols. I-VII. New Delhi: Cosmos Publications; 1977.
9. Bahita SL. *A History of Medicine with Special Reference to the Orient.* New Delhi: Office of the Medical Council of India; 1977.
10. Kutambiah P. *Ancient Indian Medicine-Orient.* Madras: Longmans; 1962.
11. Ray P, Gupa H, Roy M. *Susruta Samhita.* New Delhi: Indian National Science Academy; 1980.
12. Bhishagratna KK. *The Sushruta Samhita.* Vol. II, 2nd ed. Varanasi, India: Chowkhamba Sankrist Series Office; 1963.
13. Tipton CM. Susruta of India: an unrecognized contributor to the history of exercise physiology. *J Appl Physiol.* 2008; 104: 1553-1557.
14. Bhishagratna KK. *The Sushruta Samhita.* Vol. I, 2nd ed. Varanasi, India: Chowkhamba Series Office; 1963.
15. Bhishagratna KK. *The Sushruta Samhita.* Vol. III, 2nd ed. Varanasi. India: Chowkhamba Series Office; 1963.
16. Raja V. Susruta of ancient India. *J Opthal.* 2003; 51: 2-7.
17. Das S. Susruta, The pioneer urologist of antiquity. *J Urol.* 2001; 165: 1405-1408.
18. Sharma RK, Dash VB. *Angivesa's Caraka Samhita.* Vol. I. Varanasi, India: Chowkhamba Series Office; 1977.
19. Sharma RK, Dash VB. *Angivesa's Caraka Samhita.* Vol. III. Varanasi, India: Chowkhamba Series Office; 1977.
20. Gordon BL. *Medicine throughout Antiquity.* Philadelphia: Davis; 1949.
21. Amoit JM. *Memoires concernant l' historie, les sciences, les arts, les moerus, les usages, des chinois par les missionnaires de Pekin.* Vol. IV Paris: Saint-de Beauvis vis-a-vis le College; 1779: 1-519.
22. Veith I. *The Analysis of the Huang Ti Nei Chung SuWen* [The Yellow Emperor's Classic of Internal Medicine]. Berkeley: University of California Press; 2002.
23. Wong KC, Lien-Teh W. *History of Chinese Medicine*. 2nd ed. Shanghai: National Quarantine Service; 1936.
24. Harper DJ. *Early Chinese Medical Literature* (The Mawangdui Medical Manuscripts). London: Kegan Paul International; 1998.
25. Biers WR. *The Archaeology of Greece: An Introduction.* Ithaca: Cornell University Press; 1980.
26. Robinson RS. *Sources for the History of Greek Athletics.* Chicago: Ares Publishers; 1981.
27. Nicoll A. *Chapman's Homer: The Iliad.* Vol. I. New York: Bolingen Foundation Pantheon Books; 1956.
28. Mitchell H. *Sparta.* Westport, CT: Greenwood Press; 1985.
29. Wright FA. *Greek Athletics.* London: Cape; 1925.
30. Hooker JT. *Ancient Spartans.* London: Dent; 1980.
31. Barnes J. *The Presocratic Philosophers.* Vol. I. London: Routledge & Kegan; 1979.
32. Kirk GS, Raven JE. Schofield M. *The Presocratic Philosophers.* 2nd ed. Cambridge: Cambridge University Press; 1983.
33. Vogel CJ. *Pythagoras and the Pythagorean Society*. Assen: Royal Van Gorcum & Co; 1996.
34. Lambridis H. *Empedocles, A Philosophical Investigation.* Alabama: The University of Alabama Press; 1976.
35. Garrison FH. *An Introduction to the History of Medicine*. 2nd ed. Philadelphia: Saunders; 1917.
36. *Hippocrates.* Vol. I. Jones WH, trans-ed. Cambridge, MA: Harvard University Press; 1923.
37. Elliott JS. *Outlines of Greek and Roman Medicine.* Boston: Milford House; 1971.
38. Park R. *An Epitome on the History of Medicine*. Philadelphia: Davis; 1997.
39. Olivova V. *Sports and Games in the Ancient World.* London: Orbis Publishing Co; 1984.
40. Licht S. *Therapeutic Exercise.* New Haven: Elizabeth Licht Publisher; 1965.
41. Jowett B. *Book III: The Republic of Plato.* London: The Colonial Press; 1901.
42. Harris HA. *Greek Athletes and Athletics.* London: Hutchinson; 1964.
43. Miller SG. *Arete, Greek Sports from Ancient Sources.* Berkeley: University of California Press; 1991.
44. Woody T. Philostratus: concerning gymnastics. *Res Quart.* 1943; 17:127-137.

45. Lund FB. *Hippocrates.* New York: Hoeber; 1936.
46. Haggard HW. *Mystery, Magic and Medicine, The Rise of Medicine from Superstition to Science*. Garden City, NY: Doubleday; 1933.
47. Rothschuh KE. *History of Physiology.* Huntington, NY: Krieger Publishing; 1973.
48. *Hippocrates*. Vol. IV. Jones WHS, trans-ed. Cambridge, MA: Harvard University Press; 1923.
49. *Hippocrates*. Vol. VI. Potter P, trans-ed. Cambridge, MA: Harvard University Press; 1988.
50. Levine EB. *Hippocrates.* New York: Twayne; 1971.
51. *Hippocrates*. Vol II. Jones WHS, trans-ed. Cambridge, MA: Harvard University Press; 1923.
52. Worthington ET. *Hippocratic Writings.* New York: Penquin Books; 1950.
53. Jowett B. *The Dialogues of Plato.* Vol. III, 3rd ed. London: Oxford University Press; 1931.
54. Edelstein L. *Ancient Medicine: Selected Papers of Ludwick Edelstein.* Baltimore: Johns Hopkins Press; 1967.
55. Longrigg, J. *Greek Medicine, A Source Book.* London: Duckworth & Co; 1998.
56. Scarborough J. *Roman Medicine*. Ithaca: Cornell University Press; 1969.
57. Webster G. *The Roman Imperial Army*. 3rd ed. Norman, OK: The University of Oklahoma Press; 1998.
58. Watson GR. *The Roman Soldier*. Bristol: Thames & Hudson; 1969.
59. Whipp BJ, Ward SA, Hassall MWC. Paleo-bioenergetics: the metabolic rate of marching Roman legionaries. *Br J Sports Med.* 1998; 32: 261-262.
60. Kohne E, Ewiglelben E; eds. *Gladiators and Caesars.* Berkeley: University of California Press; 2000.
61. Vegetius. *Epitome of Military Science.* Milner NP, trans-ed. Liverpool: Liverpool University Press; 1993.
62. Nutton V. *Ancient Medicine.* London: Routledge; 2004.
63. May MT. *Usefulness of the Parts of the Body: De Usu Partium.* Ithaca: Cornell University Press; 1958.
64. Berryman JW. Ancient and early influences. In: Tipton CM, ed. *Exercise Physiology: People and Ideas.* New York: Oxford University Press; 2003:1-38.
65. Green RM. *A Translation of Galen's Hygiene* (De sanitate tuenda). Springfield, MO: Charles C. Thomas; 1951.
66. Galen. *Selected Works.* Singer PN, trans-ed. New York: Oxford University Press; 1997.
67. Lyons AS, Petrucelli RJ. *Medicine: An Illustrated History.* New York: Harry Abrams; 1978.
68. Grunner OC. *A Treatise on the Canon of Medicine of Avicenna, Incorporating a Translation of the First Book.* New York: Augustus M. Kelley; 1970.
69. Krueger HC. *Avicenna's Poem on Medicine.* Springfield, MO: Charles C. Thomas; 1963.
70. Olser W. *The Evolution of Modern Medicine*. New York: Arno Press; 1922.
71. Mendez C. *Book of Bodily Exercise* (1553). Copyright Elizabeth Licht. Baltimore: Waverly Press; 1960.
72. Harvey W. *Exercitatio Anatomica De Motu Cordis et Sanguinis* in *Animalibus.* 3rd ed. Presented by Leake CD. Springfield, IL: Charles C. Thomas; 1941.
73. Lower R. A treatise on the heart on the movement and colour of the blood and on the passage of the chyle in the blood. London: Printed by John Redmayne for James Allestry at the sign of the Rose and Crown in the street commonly called Duck Lane; 1669. In: Gunther RT. *Early Science in Oxford.* Oxford: Printed for the Subscribers; 1932.
74. Frank RG Jr. *Harvey and the Oxford Physiologists.* Berkeley: University of California Press; 1980.
75. Boyle RA. Defense of the doctrine touching the spring and weight of the air. London: Printed by F.G. for Thomas Robinson Bookseller in Oxon; 1662.
76. Foster M. *Lectures on the History of Physiology During the Sixteenth, Seventeenth, and Eighteenth Centuries.* London: Dover Publications; 1970.
77. Mayow J. Medico-physical Works, Being a Translation of Tractatus Quinque Medico Physici; 1674. Edinburgh: Printed for James Thin, republished by the Alembic Club in London by Simpkin, Marshall, Hamilton, Kent; 1907.
78. Isler H. *Thomas Willis, 1621-1675, Doctor and Scientist.* New York: Hafner; 1968.
79. Bernoulli J. *Dissertations on the Mechanics of Effervescence and Fermentation and on the Mechanics of the Movement of the Muscles by Johann Bernoulli.* Philadelphia: American Philosophical Society; 1997.
80. Wilson LG. William Croone's theory of muscular contraction: notes and records. *Royal Society of London.* 1961; 16: 158-178.
81. Santorio S. *Medicina Statica, or, Rules of Health in Eight Sections of Aphorisms.* London: Printed for John Starkey; 1636.
82. Finney G. Fear of exercising the lungs related to iatro-mechanics 1675-1750. *Bull Hist Med.* 1971; 45: 341-366.
83. Berryman JW. Exercise and the medical tradition from Hippocrates through antebellum America: a review essay. In: Berryman JW, Park RJ, eds. *Sport and Exercise Sciences: Essays in the History of Sport Medicine.* Urbana: University of Illinois; 1992: 1-57.

84. Seguin A, Lavoisier A. Premier Memoire sur las Respiration des Animaux. *Mem Acad R Sci.* 1789: 566-584.
85. Floyer SJ. *The Physician's Pulse-Watch;* or, An Essay to Explain the Old Art of Feeling the Pulse, and to Improve it by the Help of a Pulse Watch. London: Printed for Sam Smith and Benj. Walford; 1707.
86. Robinson BA. *A Treatise of the Animal Oeconomy.* 2nd ed. Dublin: Printed by S. Powell for George Ewing and William Smith; 1734.
87. Hales S. *Statical Essays: Containing Haemastaticks.* New York: Hafner; 1964.
88. Keill J. *An Account of Animal Secretion, the Quantity of Blood in the Humane Body, and Muscular Motion.* London: Printed for George Strahan; 1708.
89. Hall AR. John Theophilus Desaguliers, 1663-1744. In: Gillispie CC, ed. *Dictionary of Scientific Biography.* Vol. V. New York: Charles Scribner & Sons; 1971: 43-46.
90. Pearn J. Two early dynamometers: an historical account of the earliest measurements to study human muscular strength. *J Neurobiol Sci.* 1978; 37: 127-134.
91. Tissot J-C. *Gymnastique Médicinale et Chirurgicale.* Licht E, Licht S, trans-ed. New Haven: Elizabeth Licht; 1964.
92. Renbourn ET. The natural history of insensible perspiration: a forgotten doctrine of health and disease. *Med History.* 1960; 4: 135-152.
93. Sinclair J. *The Code of Health and Longevity; or, A Concise View of the Principles Calculated for the Preservation of Health and the Attainment of Long Life.* Edinburgh: Arch, Constable and Co; 1807.
94. Park RJ. Athletes and their training in Britain and America, 1800-1914. In: Berryman JW, Park RJ, eds. *Sport and Exercise Science*. Urbana: University of Illinois; 1992.
95. Beaumont W. Experiments and observations on the gastric juice and the physiology of digestion. In: Osler W, ed. *A Pioneer American Physiologist* (facsimile of the original edition of 1833 with a biographical essay). New York: Dover Publications; 1959.
96. Combe A. *The Principles of Physiology Applied to the Preservation of Health, and to the Improvement of Physical and Mental Education.* New York: Harpe; 1836.
97. Dunglison R. *On the Influence of Atmosphere and Locality; Change of Air and Climate; Seasons: Food; Clothing; Bathing; Exercise; Sleep; Corporeal and Intellectual Pursuits, etc. on Human Health; Constituting Elements of Hygiene.* Philadelphia: Carey. Lea & Blanchard; 1835.
98. Flint A. *A Textbook of Physiology.* 4th ed. New York: Appleton; 1896.
99. Flint A Jr. *On the Physiological Effects of Severe and Protracted Muscular Exercise: With Special Reference to Its Influence Upon the Excretion of Nitrogen.* New York: Appleton-Century-Crofts; 1871.
100. Flint A Jr. *On the Source of Muscular Power.* New York: Appleton; 1878.
101. Hartwell EM. On the physiology of exercise (part 1). *Boston Med Surg J.* 1887; 116: 297-302.
102. Hartwell EM. On the physiology of exercise (part 2). *Boston Med Surg J.* 1887; 116: 321-324.
103. Kolb G. *Physiology of Sport.* 2nd ed. London: Krohne & Sesemann; 1893.
104. Lagrange F. *Physiology of Bodily Exercise.* New York: Appleton; 1893.
105. Fitz GW. American physical education review, 1897; 2: 56. In: McArdle WA, Katch FI, Katch VL. *Exercise Physiology.* 5th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2001.
106. McArdle WA, Katch FI, Katch VL. *Exercise Physiology.* 5th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2001.
107. Park RJ. The rise and demise of Harvard's B.S. program in anatomy, physiology, and physical training: a case of conflicts of interest and scarce resources. *Res Quart Exerc Sport.* 1992; 63: 246-260.
108. Buskirk ER, Tipton CM. Exercise physiology, In: Massengale JD, Swanson RA, eds. *The History of Exercise and Sport Science*. Champaign, IL: Human Kinetics; 1997:367-438.
109. Geppert J, Zuntz N. Über die Regulation der Atmung. *Arch Ges Physiol.* 1888; 42:189-244.
110. Johansson JE. Über die Einwirkung der Muskelthatigkeit auf die Athmung und die Herzthatigkeit. *Skan Arch Physiol.* 1893; 5: 20-66.
111. Krogh A, Lindhard J. The regulation of respiration and circulation during the initial stages of muscular work. *J Physiol (Lond).* 1904; 31: 112-133.
112. Herring HE. Über die Beziehung der extracardialen Herznerven zur Steigerung der Herzchlagzahl dei Muskelthatigkeit. *Pflugers Arch Ges Physiol.* 1895; 40: 429-492.
113. Bowen WP. Changes in heart-rate, blood pressure, and duration of systole resulting from bicycling. *Am J Physiol.* 1904; 11: 59-77.

114. Gasser HS, Meek WJ. A study of the mechanisms by which muscular exercise produces acceleration of the heart. *Am J Physiol.* 1914; 34: 48-71.
115. Cannon WB, de la Paz D. Emotional stimulation of adrenal secretion. *Am J Physiol.* 1911; 28: 64-70.
116. Park RJ. Physiologists, physicians, and physical educators: nineteenth century biology and exercise, hygienic and educative. *J Sport Hist.* 1987; 14: 28-60.
117. Mosso A. *Fatigue.* Drummond M, Drummond WB, trans-ed. London: George Allen & Unwin; New York: Putnam's Sons; 1915.
118. Waller A. The sense of effort: an objective study. *Brain.* 1891; 14: 179-249.
119. Hough T. Ergographic studies in muscular soreness. *Am J Physiol.* 1902; 7: 76-92.
120. Hough T. Ergographic studies in neuromuscular fatigue. *Am J Physiol.* 1901; 5: 240-265.
121. Ryffel JH. Experiment on lactic acid formation in man. *J Physiol (Lond).* 1910; 39: xxix-xxxii.
122. Hill AV. The absolute mechanical efficiency of the contraction of an isolated muscle. *J Physiol (Lond).* 1913; 46: 435-469.
123. Morpurgo B. Über Activitats-Hypertrophie der wikurlichen Muskeln. *Virchows Arch.* 1897; 150: 522-544.
124. Hedvall B. Fatigue and training. *Skan Arch Physiol.* 1915; 32: 115.
125. Lowsley OS. The effects of various forms of exercise on systolic, diastolic and pulse pressures and pulse rate. *Am J Physiol.* 1911; 27: 446-466.
126. Hill L. Arterial pressure in man while sleeping, resting, working, bathing. *J Physiol (Lond).* 1898; 22: xxvi-xxx.
127. McCurdy JH. The effect of maximum muscular effort on blood-pressure. *Am J Physiol.* 1901; 5: 95-103.
128. Hooker DR. The effect of exercise on venous blood pressure. *Am J Physiol.* 1911; 28: 235-247.
129. Rowell LB. The cardiovascular system. In: Tipton CM, ed. *Exercise Physiology: People and Ideas.* New York: Oxford University; 2003: 98-137.
130. Zuntz N, Hagermann O. Untersuchungen über den Stoffwechsel des Pferdes bei Ruhe und Arbeit. *Landw Jb.* 1898; 27 (Erganz Bd 3): 371-412.
131. Lindhard J. Über das Minutenvolumen des Herzens bei Ruhe und bei Muskelarbeit. *Pfluszers Arch.* 1915; 161: 233-383.
132. Williamson CS. The effects of exercise on the normal and pathological heart: based on the study of one hundred cases. *Am J Med Sci.* 1915; 149: 492-503.
133. Chauveau A, Kaufman M. Expériences pour la détermination du coefficient de I'activité nutritive et respiratoirs des muscles en repos et en travail. *C R Acad Sci (Paris).* 1887; 104: 1126.
134. Krogh A. The supply of oxygen to the tissues and the regulation of the capillary circulation. *J Physiol (Lond).* 1919; 52: 457-474.
135. Darling E. The effects of training: a study of the Harvard University crew. *Boston Med Surg J.* 1899; 141: 229-233.
136. Darling E. The effects of training: second paper. *Boston Med Surg J.* 1901; 144: 550-559.
137. Chapman CB. Edward Smith(? 1818-1874) physiologist, human ecologist, reformer. *J Hist Med Allied Sci.* 1967; 22: 1-26.
138. Smith E. Inquiries into the quantity of air inspired throughout the day and night and under the influence of exercise, food, medicine, temperature. *Proc Royal Soc.* 1857; 8: 451-454.
139. Smith E. Experimental inquiries into the chemical and other phenomena of respiration, and their modifications by various physical agencies. *Phil Trans.* 1859; 149: 681-714.
140. Douglas CG, Haldane JS. The capacity of the air passages under varying physiological conditions. *J Physiol (Lond).* 1912; 45: 235-238.
141. Hough T. The influence of muscular activity upon the alveolar tensions of oxygen and carbon dioxide. *Am J Physiol.* 1912; 30: 18-36.
142. Douglas CG, Haldane JS. The regulation of breathing. *J Physiol (Lond).* 1908; 38: 420-440.
143. Krogh M. The diffusion of gases through the lungs of man. *J Physiol (Lond).* 1915; 49: 271-300.
144. Benedict FG, Cathcart EF. *Muscular Work.* Washington: Carnegie Institute of Washington; 1913.
145. Katzenstein G. Über die Einwirkung der Muskelthatigkeit auf den Stoffverbrauch des Menschen. *Pflugers Arch Ges Physiol.* 1891; 49: 330-404.
146. Chauveau A. Source et nature du potentiel directment utilisé dans le travail musculaire, d'après les échanges respiratoires, chez l'homme en état d'abstinence. *C R Acad Sci (Paris).* 1896; 122: 1163-1221.
147. Mitchell JK. The effect of massage on the number and hemoglobin value of red blood cells. *Am J Med Sci.* 1894; 107: 502-515.
148. Zuntz N, Schumberg W. *Studien* zu *einer Physiologie des Marsches.* Berlin: Hirschwald; 1901.
149. Hawk PB. On the morphological changes in the blood after muscular exercise. *Am J Physiol.* 1904; 10: 384-400.

150. Schneider EC, Havens LC. Changes in the blood after muscular activity and during training. *Am J Physiol.* 1915; 36: 239-259.
151. Boothby W, Berry FB. The effect of work on the percentage of haemoglobin and numbers of red corpuscles in the blood. *Am J Physiol*. 1915; 37: 378-382.
152. Krogh A. On the combination of hemoglobin with mixtures of oxygen and carbonic oxide. *Skand Arch Physiol.* 1910; 23: 217-223.
153. Barcroft J, Peters RA, Roberts FF, et al. The effect of exercise on the dissociation curve of blood. *J Physiol (Lond)*, 1912; 45: xiv.
154. Renbourn ET. The history of sweat and the sweat rash from the earliest times to the end of the 18th century. *J Hist Med Allied Sci.* 1959; 14: 202-227.
155. Maclaren A. *Training in Theory and Practice.* London: Macmillan; 1866.
156. Hunt EH. The regulation of body temperature in extremes of dry heat. *J Hygiene*. 1912; 12: 479-488.
157. Pembry MS, Nicol BA. Observations upon the deep and surface temperature of the human body. *J Physiol (Lond).* 1898; 23: 386-406.
158. Barauch JH. Physiological and pathological effects of severe exertion (the marathon race). *Am Phys Ed Rev.* 1912; 16:l-ll, 144-150, 200-205, 262-268, 325-334.
159. Von Leube W. Über die ausscheidung von eiweiss im harn ges gesunden Menschen. *Virchow Archiv Pathol Anat Physiol Klin Med.* 1878; 72: 145-157.
160. Baldes, Heishelheim, Metzger. Untersuchungen Über den einfluss grosser koperanstrengungen auf zirkulationapparat, nieren und nervensystem. *Muenchen Med Wschr*. 1906; 53: 1865-1866.
161. Carlson AJ. *The Control of Hunger* in *Health and Disease.* Chicago: University of Chicago: 1916.
162. Jacobj C. Beitrage zur physiologischen und pharmakologischen Kenntniss der Darmbewegungen mit besonder Berucksichtigung der Beziehung der Nebenniere zu denselben. *Arch Exp Pathol Pharmak.* 1892; 29: 71-211.
163. Oliver G, Schafer EA. The physiological effects of extracts of the suprarenal capsules. *J Physiol (Lond).* 1895; 18: 230-276.
164. Cannon WB, Nice LB. The effect of adrenal secretion on muscular fatigue. *Am J Physiol.* 1913; 32: 44-60.
165. Brown-Sequard CE. Recherches expérimentales sur la physiologie, et la pathologie des capsules surrenals. *C R Acad Sci.* 1856; 43: 422-425.
166. Paul WE. *Fundamental Immunology.* 3rd ed. New York: Raven Press; 1993.
167. Jokl E. *Physiology of Exercise.* Springfield, IL: Charles C. Thomas; 1964.
168. McKinze RT. *Exercise in Education and Medicine*. Philadelphia: Saunders; 1910.