

علمی رقابتی

۴

جیب‌های فیزیولوژیکی تمرین و رقابت

تمرین، تکنولوژی و تکامل عملکرد خارق‌العاده

اسکات ریوالد
اسکات روداو



قیمت با اسکن QR CODE



ناتسرنمونه کشور در سال ۹۳

علی امامی
دکترای فیزیولوژی ورزشی
شهر بانو جمعه پور
هیأت علمی دانشکده فنی و حرفه ای دخترانه دکتر شریعتی
سپیده لطیفی
دانشجوی دکتری آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی دانشگاه تهران
و کارشناس گروه بهداشت و طب ورزشی دانشگاه تهران
عبدالرضا ریاحی
کارشناسی ارشد مدیریت ورزشی

عام شنای رقابتی (۲) جنبه‌های فیزیولوژیکی تمرین و رقابت

تمرین، تکنولوژی و تکامل عملکرد خارق العاده

تألیف: اسکات ریوالد، اسکات روداو

ترجمه: علی امامی، شهربانو جمعه پور، سپیده لطیفی، عبدالرضا ریاحی

- سرپرست واحد گرافیک: المیرا میرموسوی
- مدیر هنری و طراح جلد: محمود رضا لطیفی
- ناظر چاپ: مهدی تکلو
- نوبت چاپ: دوم (ویرایش اول) ۱۳۹۶ / سوم ۱۳۹۹
- شمارگان ۱۰۰۰ نسخه

سرشناسه: ریوالد، اسکات ا، ۱۹۷۰ - م. Riewald, Scott A.
عنوان و نام پدیدآور: علم شنای رقابتی/تألیف اسکات ریوالد، اسکات روداو؛ [ترجمه] سپیده لطیفی... [و دیگران].
مشخصات نشر: تهران: شرکت تضامنی انتشاراتی حتمی و شرکا، ۱۳۹۶.
مشخصات ظاهری: ج۴: مصور، جدول.
شابک: دوره: ۸-۱۰۵۵-۳۵۵-۶۷۸-۹۷۸؛ ج۱-۱۰۱-۱۵۱-۳۵۵-۶۷۸-۹۷۸؛ ج۲-۷۲-۱۵۲-۳۵۵-۶۷۸-۹۷۸؛ ج۳-۴۳-۱۵۳-۳۵۵-۶۷۸-۹۷۸؛ ج۴-۱۴-۱۵۴-۳۵۵-۶۷۸-۹۷۸.
وضعیت فهرست نویسی: فیپا
یادداشت: عنوان اصلی: Science of swimming faster, ۲۰۱۵.
یادداشت: ترجمه سپیده لطیفی، علی امامی، عبدالرضا ریاحی، شهربانو جمعه پور.
مندرجات: ج۱. علم مکانیک و تکنیک شنا. ج۲. جنبه‌های فیزیولوژیکی تمرین و رقابت. ج۳. علوم ورزشی کاربردی. ج۴. ملاحظات گروه‌های خاص.
موضوع: شنا -- تعلیم Training -- Swimming
موضوع: شنا -- جنبه‌های فیزیولوژیکی Swimming -- Physiological aspects
موضوع: ورزش علمی -- ادبیات کودکان و نوجوانان Sports sciences -- Juvenile literature
شناسه افزوده: رودیو، اسکات Rodeo, Scott
شناسه افزوده: لطیفی، سپیده، ۱۳۶۱ - مترجم
رده بندی کنگره: ۶۷۸/۱۳۹۶/GV۸۳۸/۷۹۹/۶۷
رده بندی دیویی: ۷۹۷/۲۱۰۷۱
شماره کتابشناسی ملی: ۴۶۰۷۹۵

توجه: به موجب ماده ۵ قانون حمایت، از حقوق مؤلفان، مصنفان و هنرمندان مصوب ۱۳۴۸/۱۰/۱۱ کلیه حقوق این کتاب برای انتشارات حتمی محفوظ می‌باشد و هیچ شخص حقیقی یا حقوقی حق استفاده از آن را ندارد و متخلفین به موجب این قانون تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.



مرکز بخش: تهران، خیابان انقلاب، بین خیابان ۱۲ فروردین و اردیبهشت، جنب بانک صادرات، ساختمان ۱۳۶۰، طبقه پنجم، واحد ۲۳

۶۶۴۰۳۱۷۰ | ۶۶۴۰۳۱۶۲

www.hatmipg.com | hatmipg

فهرست مطالب

جلد دوم: جنبه‌های فیزیولوژیکی تمرین و رقابت



۵

پیشگفتار مؤلفین

۸

مقدمه‌ی مترجمین

۹

فصل ۱ سیستم‌های انرژی و فیزیولوژیکی

۳۹

فصل ۲ زمان‌بندی و برنامه‌ریزی تمرین

۶۹

فصل ۳ تأثیر تیپرینگ بر عملکرد

۱۰۱

فصل ۴ استراتژی‌های روز مسابقه

۱۲۱

فصل ۵ تجزیه و تحلیل عملکردهای نخبه درشنا

۱۴۵

فصل ۶ بیش‌تمرینی و ریکاوری

جلد اول: علم مکانیک و تکنیک شنا

- فصل ۱: دینامیک مایعات، نیروهای رانشی و مقاوم ۹
- فصل ۲: تکنیک شنای کراول سینه ۳۳
- فصل ۳: تکنیک شنای کراول پشت ۶۵
- فصل ۴: تکنیک شنای قورباغه ۸۷
- فصل ۵: تکنیک شنای پروانه ۱۰۳
- فصل ۶: تکنیک‌های استارت و برگشت ۱۱۵
- فصل ۷: تجزیه و تحلیل شنا با استفاده از دینامیک سیالات محاسباتی ۱۴۵

جلد سوم: علوم ورزشی کاربردی

- فصل ۱: تغذیه: سوخت‌گیری به منظور عملکرد ۹
- فصل ۲: افزایش عملکرد و کنترل دوپینگ ۳۱
- فصل ۳: روان‌شناسی شنا: آمیزش ذهن و بدن ۵۵
- فصل ۴: رشد و تکامل ۸۳
- فصل ۵: پزشکی ورزشی: آسیب‌های ورزشی و روش‌های پیشگیری .. ۱۰۳
- فصل ۶: پزشکی ورزشی: بیماری‌ها و سلامت عمومی ۱۱۳
- فصل ۷: بدنسازی و تمرینات قدرتی برای بهبود عملکرد ۱۳۵

جلد چهارم: ملاحظات گروه‌های خاص

- فصل ۱: شناگران نوجوان ۹
- فصل ۲: شناگران بزرگسال ۲۷
- فصل ۳: شناگران زن ۵۱
- فصل ۴: شناگران آب‌های آزاد ۶۷
- فصل ۵: شناگران معلول ۹۵



به کتاب "علم شنای رقابتی" خوش آمده‌اید. کتابی بی نظیر که از ترکیب دو بخش علم شنا و علم پزشکی همراه با تمرینات کاربردی به وجود آمده است. بیشتر مواقع پیش آمده که مقاله‌ای یا فصلی از کتاب را خوانده‌اید که به تشریح مختصری از علم تمرین و شنا پرداخته است در حالی که از خود می‌پرسید، چگونه من این مفروضات و اطلاعات را برای ورزشکارانی که با آنها کار می‌کنم، به کار گیرم؟ اهداف کتاب علم شنای رقابتی شکستن موانع و شکاف‌های بین تئوری و تمرین است، بدین گونه که مؤلفین به دنبال ایجاد یک تئوری بنیادین هستند. آنها قبل از وارد شدن به مباحث، اطلاعاتی راجع به وضعیت شناگران در داخل آب، وضعیت مربیان در محیط استخر و والدین منتظر در سکوها ارائه می‌دهند. در دنیای شنا تغییرات قابل توجهی در دهه‌های گذشته روی داده است. تغییراتی در استفاده از لباس‌های مخصوص شنا را شاهد بوده‌ایم که حتی تأثیر معناداری بر عملکرد گذاشته‌اند. ورزشکارانی را مشاهده کرده‌ایم که از مواد نیروزا برای کسب برتری گاهی اوقات به طور قانونی و یا به طور غیرقانونی استفاده کرده‌اند تا به بهترین نتیجه در رقابت دست یابند.

ما تعدیلات و تغییراتی در شیوهی تمرینات ورزشکاران و مربیان تمرین و به‌کارگیری تکنیک‌های لازم در شناها را شاهد بوده‌ایم، تا این که به بهترین و سریع‌ترین زمان لازم دست یابند. همچنین شاهد ارتقای شنای حرفه‌ای در شناگران نخبه بوده‌ایم. هیچ ورزشکاری به اوج عملکرد خود دست نمی‌یابد مگر آن که به موارد مهمی از جمله تغذیه‌ی ورزشی و روانشناسی ورزشی توجه کرده باشد. توجه زیادی به تشریح تکنیک شناها و تحلیل عملکرد در مسابقات برای افت سرعت شنای هر ورزشکار شده است. درست است ورزشکاری که به سطح المپیک می‌رسد، هر چیزی می‌تواند بر عملکردش تأثیرگذار باشد. تمرکز ما بیشتر برای ارتقاء اصول علم تمرین و علم پزشکی لازم برای شناگران سطح دانشگاهی، دبیرستانی، شناگران رده‌های سنی و نیز شناگران ماهر و سه‌گانه کار بوده است. در واقع همه‌ی شناگران در پی این هستند که در شرایط ایمن و دور از آسیب به شنای سریع دست یابند. محتویات کتاب علم شنای رقابتی به ورزشکاران و مربیان کمک خواهد کرد تا اطلاعات علمی را که تأثیر مثبت بر عملکرد می‌گذارند، کسب کنند.

اهداف

اگر مروری بر ادبیات شنا داشته باشید. با صدها مطلب و بحث در این زمینه مواجه شده‌اید. اما چه چیزی شما را می‌تواند به این اطلاعات برساند؟ بیشتر مربیان و ورزشکاران زمانی را برای مطالعه و خلاصه کردن تحقیقات انتشار یافته اختصاص نمی‌دهند. حقایق ناشی از مقالات علمی اساساً اطلاعات کاربردی را به مخاطب نمی‌دهد و به آسانی می‌توان پی برد که تلاش‌ها خیلی موثر نبوده و حتی در برخی موارد ناامیدکننده هستند. این اطلاعات مفید از مطالعات جمع‌آوری شده و در قالبی گنجانده شده‌اند که برای درک آن آسان بوده و کاملاً مرتبط با چالش‌های موجود بین مربیان و ورزشکاران در دنیای واقعی شنا هستند. بنابراین می‌توانید کتاب علم شنای رقابتی را مطالعه کنید. اطلاعات ارائه شده در این جا این است که یک شیوه‌ی آسان برای درک آسان از واژگان و مثال‌های کاربردی استفاده شده که برای مربیان، ورزشکاران و والدین قابل فهم هستند. پیشنهادات تمرینی و نمونه فعالیت‌های ورزشی با اطلاعات واقعی و قابل استفاده در کتاب ارائه شده است. برای آنهایی که می‌خواهند به مطالعه‌ی عمیق‌تر بپردازند، هر فصل یک لیست جامعی از منابع ارائه کرده است که شما را به طور مستقیم به تحقیقات و انتشارات اخیر ارجاع می‌دهند. شما به‌عنوان مربی و یا شناگری که به طور رقابتی شنا می‌کنید و نیز شناگری که آماتور است می‌کند، می‌توانید از محتوای این کتاب بهره بگیرید.

محتوا

کتاب علم شنای رقابتی در چهار جلد سازمان یافته است.

جلد اول، ابعاد تکنیکی شنا را مورد بررسی قرار داده است. فصول در رابطه با درک مکانیک شنا کردن است. بدین گونه که، شناگران چگونه نیروی انفجاری در انتهای حرکت کشش آب تولید کنند و نیز نگاهی نزدیک به ابعاد تکنیک اختصاصی شناها دارد. این فصول آخرین اطلاعات علمی از مطالعات داخل استخر با استفاده از شبیه‌سازهای کامپیوتری از عملکرد شناگران ارائه کرده‌اند. بعلاوه، این بخش به نظر می‌رسد از فناوری‌های جدید و راه‌هایی که می‌توان آنها را در تشریح تکنیک شناهای پیچیده و بهبود عملکرد در داخل آب به کار برد، استفاده کرده است.

جلد دوم، بر تمرین و رقابت تمرکز دارد. سؤالاتی که اغلب مطرح می‌شود، بهترین شیوه برای آماده شدن برای رقابت چیست؟ آیا من واقعاً باید روزانه ۳ ساعت تمرین برای یک مسابقه‌ای که کمتر از ۲ دقیقه طول می‌کشد، انجام دهم؟ این بخش از کتاب علم شنای رقابتی به چگونگی پاسخ بدن به تمرین و آن چه می‌تواند برای آماده‌سازی مطلوب بدن برای رقابت مهیا سازد، بحث می‌کند. فصول این بخش، مواردی از قبیل فیزیولوژی شنا، زمان‌بندی و طراحی

تمرین و نیز کاهش تمرینات را مورد بحث قرار داده است. اطلاعاتی در مورد چگونگی شنای ورزشکاران نخبه در مسابقات و نیز مربیان و ورزشکارانی که می‌توانند در روز مسابقه بر بهبود عملکرد تمرکز کنند، ارائه شده است.

جلد سوم، به حوزه‌ی علم تمرین و تأثیرگذاری آن بر عملکرد، از قبیل تغذیه، روانشناسی ورزشی، آسیب‌ها و جلوگیری از بیماری‌ها مربوط می‌شود. همه‌ی این حوزه‌ها در بهبود عملکرد شما مهم هستند، که برخی مواقع به دلیل تمرکز صرف بر تکنیک و تمرین نادیده گرفته می‌شوند. همچنین یک فصل، شامل رشد و نمو و به حداکثر رساندن دوره‌ی تکامل شناگران می‌پردازد. رشد و نمو یک موضوعی است که در هر فصلی از این کتاب یافت می‌شود، زیرا بر تمریناتی که ورزشکار انجام می‌دهد، تأثیر می‌گذارد. همان‌طور که چندین بار اعلام شد، ورزشکاران جوان هم چون بزرگسالان نیستند. چگونگی تمرین مربی برای افراد ۱۰ ساله به طور چشمگیری متفاوت از تمرین مربی برای افراد ۲۰ ساله خواهد بود. به خاطر داشته باشید، مهم نیست که فرد ۱۲ ساله در چه حدی و یا چقدر مستعد است، بلکه باید آگاه بود که او هنوز به بلوغ کامل مثل "مایکل فلپس" نرسیده و مطمئناً نباید به روش وی تمرین کند.

در نهایت، **جلد چهارم** مربوط به گروه شناگران خاص از قبیل ورزشکاران زن می‌شود. ما تفاوت خاصی بین زنان و مردان ورزشکار و نیز برای مربیانی که با این گروه کار می‌کنند، قائل شده‌ایم. فصل‌های اضافی برای شناگران بزرگسال، شناگران گروه‌های سنی مختلف، شناگران آبهای آزاد و شناگران معلول اختصاص داده شده است. هیچ منبع دیگری در بازار بدین گونه اطلاعات جامعی را در یک جا ارائه نداده است، تنها موقعی افکار و عقاید خود را اشتراک بگذارید که بهترین نتیجه برای ورزشکاران حاصل گردد. همه و همه در این کتاب است و امیدواریم که شما از خواندن آن لذت ببرید. مطمئن هستیم که اطلاعات موجود در علم شنای رقابتی شما را مجبور خواهد کرد، چه به‌عنوان مربی و چه ورزشکار، به سطح جدیدی از عملکرد دست پیدا کنید.

حمد و سپاس خدایی را که با الطاف بیکران خود این توفیق را به ما ارزانی داشت تا بتوانیم در راه ارتقای دانش عمومی و فرهنگ این مرز و بوم در زمینه‌ی انتشار کتب علمی دانشگاهی گام کوچکی برداریم و در انجام رسالتی که بر عهده داریم مؤثر واقع شویم. گستردگی علوم و توسعه‌ی روز افزون آن، شرایطی را به وجود آورده که هر روز شاهد تحولات چشمگیر در سطح جهان باشیم. این گسترش و توسعه، نیاز به منابع مختلف از جمله کتاب (به‌عنوان قدیمی‌ترین و راحت‌ترین راه دستیابی به اطلاع‌رسانی) را بیش از پیش روشن می‌نماید.

به مجموعه‌ی علم شنای رقابتی خوش آمده‌اید. کتاب حاضر یک کتاب مرجع و تجمیعی از پژوهش‌ها و دست آوردهای علمی، در رابطه با نحوه‌ی آماده‌سازی اصولی شناگران مطرح جهان در مسابقات است. محتوای کتاب در نوع خود کم نظیر بوده و به جرأت می‌توان عنوان کرد که یکی از ارزشمندترین کتاب‌ها در حیطه‌ی ورزش و بهترین کتاب در خصوص "آماده‌سازی اصولی شناگران برای رقابت" به حساب می‌آید. مباحث این کتاب توسط اسکات ریوالد و اسکات رادو متخصصین سرشناس علوم ورزشی و پزشکی آمریکا، ظریف و زیبا با جنبه‌های علمی شنا ویژه مربیان و ورزشکاران پیوند خورده است. امروزه در دنیای ورزش تغییرات زیادی به وجود آمده است، ورزشکاران به دنبال بهترین شیوه‌ها جهت کسب برتری در هر رقابتی هستند، که در این مورد رشته‌ی شنا مستثنی نیست. شاید با شناگرانی در ارتباط باشید که مثلاً برای ایجاد تغییر در ترکیب بدن، از تکنولوژی‌های جدید در طی تمرینات بهره می‌برند تا به بهترین عملکرد برسند یا شناگرانی که از روانشناسان متخصص استفاده می‌کنند، تا به اوج آمادگی روانی خود در یک رقابت دست یابند. در واقع همه‌ی آنها نشان دهنده‌ی این است که همه‌ی ورزشکاران در پی پیشرفت‌های بزرگ و جدیدی هستند. در نتیجه در این کتاب چگونگی بهره‌گیری از روند اصولی تمرینات شنا به صورت مباحث تشریحی همراه با تصاویر مربوطه ارائه شده است و می‌توانید با رعایت کردن آن نکات، به اوج عملکرد خود دست یابید و از موارد آسیب‌زا تا جای ممکن، مصون بمانید. در پایان امید است کتاب حاضر مورد استفاده‌ی دانشجویان، مربیان و ورزشکاران شنای کشور قرار بگیرد. بدیهی است که این نوشتار عاری از اشتباه نیست و یکی از راه‌های رفع و اصلاح آن راهنمایی‌ها و یادآوری‌های شما عزیزان است که امیدواریم دریغ نفرمایید.

با سپاس

علی امامی - شهربانو جمعه پور - سپیده لطیفی - عبدالرضا ریاحی



سیستم‌های انرژی و فیزیولوژیکی

J.M. Stager, PhD, Jonathon Stickford, PhD, and Kirk Grand

در هر مبحث از علوم ورزشی، رشته‌ی شنا و عملکرد، گاهی اوقات شاید در حوزه‌ی فیزیولوژی فعالیت بدنی، سیستم‌های انرژی و سوخت و ساز انرژی باشد. احتمالاً کسی بگوید، "هنگامی که شما این مبحث را شروع به مطالعه می‌کنید، امکان دارد تا حدی پیچیده باشد، اما در واقع چگونگی تمرین شناگران برای رقابت مهم است". این اظهار نظر درست خواهد بود. با توجه به اهمیتی که فیزیولوژی فعالیت بدنی در دنیای شنا بازی می‌کند، به طور خاص برای چگونگی انرژی تولید شده و سوخت رسانی برای تمرین و عملکرد مورد استفاده، مریبان نیاز به یک درک بنیادی از این موضوعات دارند. سیستم‌های انرژی و روی هم رفته سوخت و ساز موضوعاتی هستند که زمینه‌ساز حوزه‌های گسترده‌ای در شنا مانند خستگی و ریکاوری، سرعت مطلوب، تغذیه قبل و بعد از فعالیت، تمرین و سرعت ریکاوری، بیش‌تمرینی، سازماندهی برنامه‌ی تمرین روزانه و احتمالاً حتی شناسایی استعدادها هستند. درک درست سیستم‌های انرژی عملاً در هر جنبه از عملکرد شنا و آماده‌سازی نقش بسزایی دارد.

هدف این فصل ارائه یک چارچوب اساسی و درک درستی از سیستم‌های انرژی بدن و روشی است که موضوع مربوط به بهینه‌سازی عملکرد و آماده‌سازی شناگران در بهترین حالتشان ایجاد گردد. رویکردهای متعددی می‌تواند هنگام پرداختن به موضوعات نسبتاً گسترده از سیستم‌های فیزیولوژی ورزش و انرژی اتخاذ گردد. دیدگاه اول به بررسی موضوع از دیدگاه مسیرهای متابولیکی مورد استفاده در بدن برای سوخت‌رسانی عملکرد ورزشکار می‌پردازد.

دیدگاه دوم موضوع را از منظر منابع غذایی که نهایتاً برای تولید انرژی سوخت و ساز بدن جهت سوخت رسانی به کار عضلانی متابولیزه می‌شود، را بررسی می‌کند. در دیدگاه سوم، موضوع را می‌توان از منظر رویداد رقابتی انجام گرفته و ویژگی‌های تمرینی مورد نیاز برای دستیابی به نتایج مطلوب عملکردی نسبت به تقاضاهای متابولیکی بدن ملاحظه کرد. در این

فصل ما هر سه دیدگاه را داریم و برای بررسی و درهم آمیختن آنها جهت ارائه کامل، از مباحثه مبتنی بر کاربرد چگونگی تأثیرگذاری فیزیولوژی ورزش و سیستم‌های انرژی بر تمرین و عملکرد بهینه برای شنا کردن استفاده می‌کنیم.

شناگران مانند اتومبیل‌های مسابقه به دقت تنظیم شده هستند

برای شروع بحث از سیستم‌های انرژی، ما مقایسه‌ای را ارائه می‌دهیم. اجازه دهید طراحی و ویژگی‌های اتومبیل‌های مختلف مسابقه را، البته به‌عنوان مکمل‌های ناقص، برای شناگران در نظر بگیریم. جهان مسابقه اتومبیلرانی شامل بسیاری از انواع اتومبیل‌های مسابقه، اعم از ماشین‌های Dragsters تا اتومبیل‌های تقویت نشده برای مسابقات فرمول یک با لاستیک‌های قابل تعویض و اتومبیل‌های Indy است. از آن جا که رقابت اتومبیل‌های مسابقه دارای ویژگی‌های مختلفی است (طول مسابقه، مشخصات مسیر و غیره)، وسایل نقلیه طراحی شده دارای نقاط قوتی هستند که مطابق با خواسته‌ها و نیازهای مسابقه هستند.

ماشین‌های دراگستر، برای مثال، جهت شتاب گرفتن با حداکثر سرعت ممکن طراحی شده‌اند و می‌توانند در خط مستقیم به سرعتی بیش از ۵۰۰ مایل در ساعت (۸۰۰ کیلومتر در ساعت) در حدود پنج ثانیه دست یابند. آنها برای پیچ‌ها ساخته نشده‌اند. اما این ماشین‌ها آنچه که به‌عنوان قدرت فوق‌العاده - حدود ۸۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰ اسب بخار (۶۰۰۰ به ۷۵۰۰ کیلو وات) در برخی از موارد تعریف شده است، می‌توانند برسانند.

تولید توان مورد نیاز جهت سرعت بخشیدن به این وسایل نقلیه جهت رسیدن به سرعت‌های نهایی، Dragsters باید یک سوخت مخلوط با عملکرد بالا شامل نیترو متان و متانول را داشته باشند. این منبع سوخت متفاوت از آن چیزی است که ما در یک ماشین معمولی استفاده می‌کنیم، اما این سوخت اجازه می‌دهد تا موتور دو تا سه برابر قدرت بیشتری از یک موتور مشابه با سوخت بنزین تولید کند. با وجود قدرت بسیار بالا، موتور در این نوع از ماشین مسابقه، گاز دادن کامل تنها در حدود ۱۰ ثانیه اجرا می‌شود و در آن دوره‌ی کوتاه به اندازه‌ی ۲۰ گالن (۷۵ لیتر) از سوخت را مصرف می‌کند. در کوتاه مدت، توان لحظه‌ای و فوق‌العاده به این ماشین‌ها سریعاً شتاب می‌بخشد، اما برای چند ثانیه محدود می‌شود و هزینه‌ی فوق‌العاده‌ای در مصرف سوخت رخ می‌دهد. ماشین‌های Dragster در تقابل مستقیم با ماشین Indy هستند. به جای استفاده از موتورهای بزرگ با توان خروجی عظیم، ماشین Indy قادر به حفظ سرعت‌های بالا در بیش از ۲۰۰ مایل در ساعت (۳۲۰ کیلومتر در ساعت) به مدت چند ساعت هستند در حالی که ۵۰۰ مایل (۸۰۰ کیلومتر) یا بیشتر از مسافت مسابقه را طی می‌کنند. و این اتومبیل‌ها قادرند با سرعت و مکرراً پیچها را بپیچند. موتور ماشین Indy جای کمتر از نصف آن چه که در یک اتومبیل Dragster

استفاده می‌شود را اشغال می‌کند و توان اسب بخار بسیار کمتر، حدود ۶۵۰ اسب بخار (۵۰۰ کیلو وات) در مقایسه با ۱۰،۰۰۰ اسب بخار تولید می‌کند (۷/۵۰۰ کیلو وات).

اتومبیل‌های Indy سوخت‌های مختلف مصرف می‌کنند و همچنین اتانول و بنزین مورد استفاده قرار می‌گیرد و در آنها صرفه جویی سوخت بیشتر مورد نیاز است به دلیل این که ممکن است برد یا باخت در مسابقات بر اساس توانایی ماشین برای حفظ سوخت و حداقل رساندن زمان سوخت‌گیری صرف شده در انتهای مسیر باشد. در مقابل، بین Dragster و Indy یکی قادر به تولید توان خروجی بسیار زیادی است که برای فقط چند ثانیه طول می‌کشد در حالی که دیگری باید در عین حال بیشتر از متوسط قدرت خروجی را حفظ کند که اجازه می‌دهد ماشین برای ساعت‌ها تا پایان مسابقه بدون افت باقی بماند.

این اتومبیل‌های مسابقه به صورت هدفمند متفاوت طراحی می‌شوند و آنها از سوخت‌های مختلف بر اساس تقاضاهای مربوط به رویدادی که در آن به رقابت می‌پردازند، استفاده می‌کنند. درست مثل انواع مختلفی از رویدادهای مسابقه اتومبیلرانی، مسابقات مختلف شنا نیاز به شناگران با سیستم‌های فیزیولوژیکی مختلف برای عملکرد در استخر دارد. فیزیولوژیست‌های ورزشی اغلب اصطلاحات فنی مسابقه‌ی اتومبیلرانی را به کار می‌برند و از شناگران مثل ماشین‌هایی با موتورهای بزرگ صحبت می‌کنند.

این اصطلاح در درجه‌ی اول اشاره به شناگران استقامت که دارای قلب‌هایی هستند که قادر به پمپ حجم زیادی از خون (برونده قلبی در لیتر بر دقیقه اندازه‌گیری می‌شود) در یک زمان نسبتاً کوتاه است (یک دقیقه) استفاده می‌شود. از آنجا که خون حامل اکسیژن است، آن چه در واقع به هنگام توصیف یک موتور بزرگ به کار می‌رود، توانایی قلب برای رساندن اکسیژن و مواد مغذی دیگر به عضلات در حال کار و توانایی عضلات برای استخراج انرژی از مواد مغذی برای سوخت‌رسانی است.

این ظرفیت قلب به طور کلی منطبق بر خواص هوازی از بافت‌های محیطی، به ویژه عضلات ارادی اسکلتی است که شناگر برای نشان دادن عملکردش در استخر استفاده می‌شود. به عنوان مثال، شناگران استقامت موفق دارای عضلاتی هستند که در درجه اول از تارهای عضلانی نوع I ساخته شده که به طور خاص با متابولیسم هوازی مناسب است. این ویژگی‌ها به خوبی با ظرفیت هوازی بالای سیستم قلبی تنفسی تطبیق یافته است.

از نظر مقایسه با اتومبیل‌های مسابقه که قبلاً بحث شد، یک شناگر استقامت بیشتر شبیه ماشین Indy است تا Dragster، زیرا هم شناگر و ماشین Indy می‌توانند سطح متوسط تولید توان را برای مدت نسبتاً طولانی حفظ کنند. از سوی دیگر، یک شناگر سرعت به طور معمول دارای ظرفیت

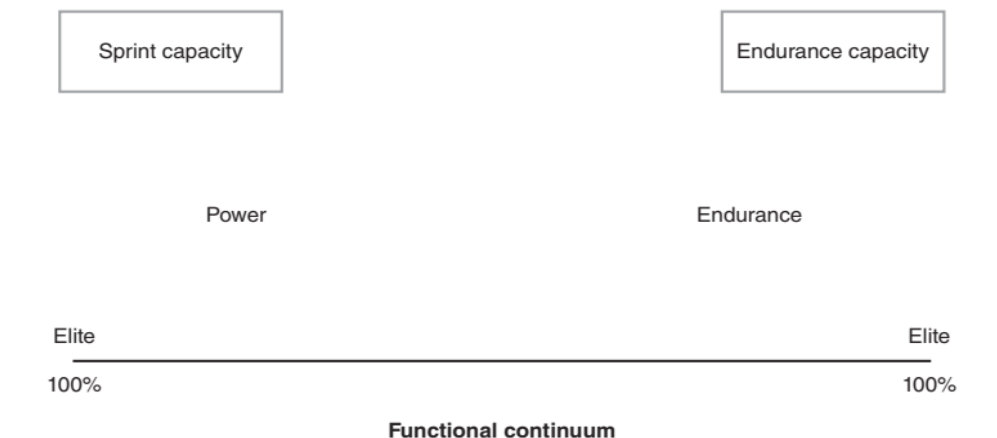
هوازی بالاتر از حد متوسط دارد و اگر چه او ممکن است قادر به تولید توان سوخت‌رسانی متوسط برای فعالیت طولانی مدت باشد، او قادر به تولید توان لحظه‌ای بسیار بیشتری برای یک دوره‌ی کوتاه است، به اندازه‌ی کافی برای پایان یک مسابقه ۵۰ یا ۱۰۰ متر.

موتور شناگر سرعتی شباهت کمی به شناگر مسافت بلند یا استقامت دارد. توان خروجی بالای شناگر سرعت توسط مسیرهای متابولیکی که نیاز به اکسیژن ندارند (بی‌هوازی) تسهیل می‌شود و عملکرد برای همان اندازه با توانایی قلب برای تحویل اکسیژن و مواد مغذی به عضلات در حال کار انجام نمی‌شود. ظرفیت مطلق برای تولید توان از طریق مسیرهای انرژی بی‌هوازی خیلی بیشتر از آن چیزی است که می‌تواند به صورت هوازی تولید گردد، اما شبیه به Dragster است، شناگر سرعتی می‌تواند این سطح از تولید توان را تنها برای مدت زمان کوتاه حفظ کند. مانند شناگران مسافت بلند یا استقامت، شناگران سرعتی نیز دارای انواع فیبر عضلانی و ساختارهای اختصاصی هستند که در عضلات برای حمایت از توان خروجی بالا برای رویدادهای کوتاه مدت مناسب مورد نیاز هستند. شناگران سرعتی گرایش به نسبت بیشتری از فیبرهای خستگی‌پذیر بالا و محل اتکای بیشتر به مسیرهای متابولیکی که با استفاده از کربوهیدرات به‌عنوان منبع سوخت عمل می‌کند، دارند. شناگران سرعتی موفق، اتومبیل‌های Dragsters در جهان شنا هستند. به طور کلی، فیزیولوژی بنیادی برای رقابت شناگران (شکل ۱-۱) در هماهنگی و اثرگذاری تمرین بر عملکرد در استخر خودنمایی می‌کند.

منحصر به فرد بودن تمرین

پیش از ادامه مبحث، ما باید اعلام کنیم که تعداد کمی از شناگران به‌عنوان شناگران ۱۰۰ درصد استقامت و یا ۱۰۰ درصد سرعت طبقه‌بندی می‌شوند. در واقع، تنوع فوق‌العاده‌ای که در زمینه‌ی عوامل ژنتیکی به ارث برده شده وجود دارد، تعیین‌کننده‌ی عملکرد در ورزشکاران است. بسیاری از شناگران در جایی بین این دو طرف (شناگران سرعتی خالص و شناگران استقامتی خالص) قرار می‌گیرند، ترکیبی از ویژگی‌های Dragster و Indy را نشان می‌دهند.

هر شخصی در موقعیتی از زنجیره برای همه صفات یا یک صفت موجود است، از جمله فیزیولوژی بدن و استعداد بدن برای تولید و استفاده از انرژی جهت تأمین سوخت در ورزش شنا. تمرین گرایشی است که صفات را به سمت پایان زنجیره‌ی سیستم انرژی فیزیولوژیکی یا غیره هدایت می‌کند و استعداد ذاتی را اصلاح می‌نماید. با این گفته، ما باید تشخیص دهیم که هیچ صفت منحصر به فردی به تنهایی موفقیت‌های ورزشی را تضمین نمی‌کند. استعدادهای ورزشی ترکیب مناسبی از صفات ژنتیکی لازم برای موفقیت در یک ورزش، آمادگی ذهنی برای تمرین رشته‌ی ورزشی و فرصت برای انجام این کار را شامل می‌شود.



◀ شکل ۱-۱ ظرفیت عملکردی افراد در بخشی از صفات به ارث برده شده و در بخشی دیگر از تمرینات جسمانی نشأت می‌گیرد. هر فرد در یک قسمت از این زنجیره‌ی ممتد قرار دارد و صفات سازگار با توانایی تحمل و پشتکار در تمرین ممکن است در تضاد با توانایی تولید توان باشد. مربیان باید آگاه باشند که تمرکز کامل روی یک طرف از زنجیره ممکن است برای طرف دیگر زیان بخش باشد. همچنین، هر رویداد با توجه به نیازها از این منظر که کدام پایان برای عملکرد افراد ممتاز در مسابقه مهم است، ارزیابی می‌شود.

یکی از عواملی که می‌تواند حوزه‌ی فیزیولوژیکی را در شنا تراز کند، تکنیک استروک (حرکت توأم دست و پا) است. ظرفیت قلب یا نوع عضله‌ی ورزشکار مهم نیست اگر شناگر می‌تواند مهارت‌های حرکتی مناسب و اعمال نیروهای عضلانی مناسب نسبت به آب را انجام دهد. برای مربیان، کلید بهینه‌سازی عملکرد در شناگران برای حفظ آگاهی ثابت از محرک معرفی شده جهت انطباق (به‌عنوان مثال، سیستم تمرین و روشی که در آن متغیرهای تمرینی ارائه می‌شوند) و ارزیابی این که آیا آنها به نتایج عملکردی در نظر گرفته شده دست می‌یابند یا نه، مهم محسوب می‌شود. ورزشکاری که از نظر فیزیولوژیکی به‌عنوان شناگر سرعتی برتری دارد (با صفات ژنتیکی مطلوب برای رسیدن به حداکثر سرعت در زمان کوتاه) می‌تواند برای تمرین در مسابقات استقامتی دعوت گردد و بدن پس از وفق یافتن از نظر متابولیکی، نیازهای تمرینی به بهترین توانایی دست می‌یابد. اما با این وجود، همه ورزشکاران قطعاً می‌توانند توانایشان را در یک برنامه‌ی تمرینی و استقامتی متمرکز بهبود بخشند، شناگران سرعت به احتمال زیاد هرگز به پتانسیل ورزشی واقعی خودشان دست نمی‌یابند زیرا این تمرین با خواسته‌های رقابت سرعتی یا با آرایش فیزیولوژیکی درست شناگران سرعتی، مطابقت ندارد.

در مقابل، با عدم هماهنگی و تمرکز تمرین بر عوامل فیزیولوژیکی ورزشکار، ظرفیت شناگر برای دستیابی به شای سریع، ممکن است در کوتاه مدت و به طور بالقوه در دراز مدت به خطر بیفتد. مهم این است که برای استفاده و اعمال محرک‌های تمرینی به‌عنوان ابزاری برای فشار و

توسعه‌ی صفات ژنتیکی منحصر به فرد شناگر تمرکز گردد. ترفند این است بدانند که چگونه این کار را انجام دهند.

شناخت سیستم‌های انرژی مورد استفاده در شنا

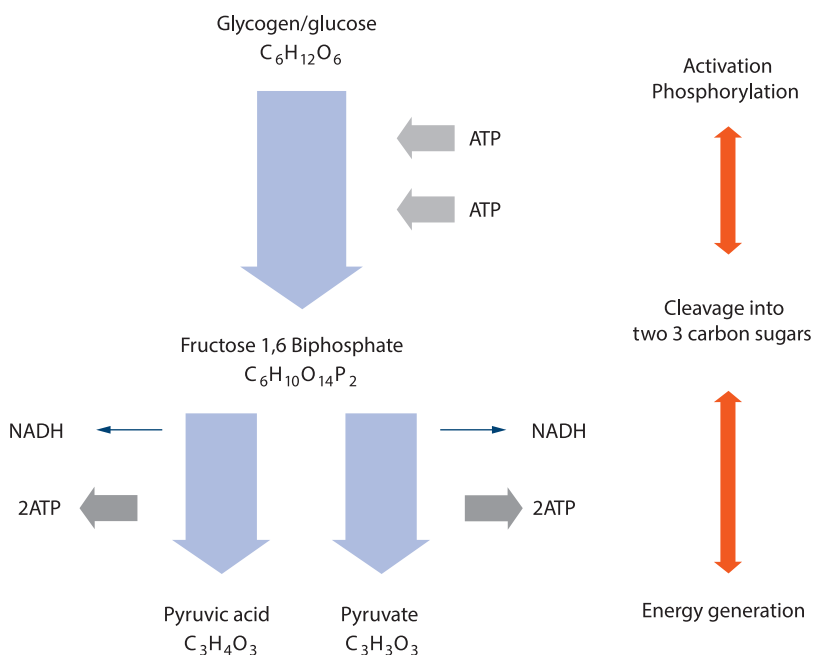
در اواخر ۱۷۰۰ دانشمندان در اروپا شروع به کاوش در ماهیت هوا کردند، با توجه به تشابهات قابل توجه بین آنچه که آنها در تنفس حیوانات مشاهده کردند و چگونگی رفتار یک شعله‌ی شمع. آنها متوجه شدند که هر دو فعالیت نیازمند یک جزء هنوز شناخته نشده در هوا هستند. آنها موجودیت آن چه را که ما امروز به اکسیژن (O₂) می‌شناسیم، ثابت کردند. آنها نمی‌توانند آن را ببینید، بچشند و یا احساس کنند، اما آنها به این نتیجه رسیدند که اکسیژن باید در هوایی که ما تنفس می‌کنیم وجود داشته باشد.

دانشمند فرانسوی **Antoine Lavoisier** نامگذاری اکسیژن را انجام داد. او اولین بار به این نتیجه رسید که پستانداران، از جمله انسان، اکسیژن در طول تنفس مصرف می‌کنند، به اکسیژن برای واکنش با مواد آلی در بدن جهت تولید گرما و انرژی شیمیایی نیاز دارند و آب و دی‌اکسیدکربن بیرون می‌دهند. لاوازیه استدلال کرد که "آتش زندگی" از درون بافت‌های زنده سرچشمه می‌گیرد و می‌تواند به طور مستقیم با میزان سوخت و ساز که در داخل بافتی که اتفاق می‌افتد، مربوط شود. به منظور روشن شدن موضوع، ما نیاز به تعریف اصطلاح متابولیسم داریم. متابولیسم، واکنش شیمیایی بی‌شماری که در حفظ سلامت سلول‌ها، اندام‌ها، بافت‌ها و غیره در بدن انسان درگیر هستند را شامل می‌شود. متابولیسم کلی بدن توسط اعمال کاتابولیک تعیین می‌شود، شکستن مولکول‌ها و سوبستراهای انرژی و اقدامات آنابولیک رخ می‌دهد، که در ساختارهای جدید و ترکیبات مورد نیاز برای حفظ حیات و فعالیت مرکز تمرکز می‌کنند.

همان طور که انتظار می‌رود، متابولیسم به دقت به تغذیه مربوط می‌شود و مواد مغذی موجود، که به‌عنوان سوخت به کار گرفته می‌شوند. با کاوش عمیق‌تر در این حوزه از متابولیسم، ما همچنین نیاز به تعریف اصطلاح اکسیداسیون داریم. اکسیداسیون به یک واکنش شیمیایی اشاره دارد که در آن یک ترکیب آلی با اکسیژن ترکیب می‌شود. این واکنش شیمیایی فرایندی است که در آن بسیاری از سلول‌ها و بافت‌های متابولیزه‌کننده‌ی سوبستراها در جهت تولید گرما و انرژی شیمیایی مفید، یعنی آدنوزین تری فسفات (ATP)، برای سوخت رسانی به کارکردهای بدن تولید می‌کند. بیش از ۲۰۰ سال است که ارتباط بین متابولیسم، اکسیداسیون و تولید گرما شناخته شده است و بهترین زمان برای دانشمندان جهت توصیف مسیرهای بیوشیمیایی واقعی است که از طریق آن سوختها (به‌عنوان مثال، غذاها) توسط بافت‌های زنده در فرایند تولید انرژی بیولوژیکی مفید مصرف می‌شوند. در واقع، تا اواسط ۱۹۳۰s که ما درک کامل‌تری از مسیرهایی که متابولیسم

هوای و بی‌هوای پشتیبانی می‌کنند، به دست آورده‌ایم اطلاعاتی در دست نبود. اولین مرحله از سوخت و ساز انرژی در عضلات، به خصوص در طول ورزش‌های سنگین، اغلب از طریق یک فرآیند به نام گلیکولیز رخ می‌دهد.

گلیکولیز فرآیندی است که قند، یعنی گلوکز، در سیتوزول سلول برای تولید انرژی سلولی مفید (ATP) شکسته می‌شود. شکل ۱-۲ مسیری که گلوکز به شکل دو مولکول پیروات شکسته می‌شود و تولید خالص دو مولکول ATP و دو مولکول NADH می‌نماید، که در جزئیات بعدی در این فصل توضیح داده خواهد شد را نشان می‌دهد. گلیکولیز فرآیندی است که قندها به‌عنوان وسیله‌ای برای تأمین انرژی فیزیولوژیکی مفید متابولیزه می‌شوند. گلیکولیز در شکل‌گیری خالص از دو ATP نتیجه می‌شود اما بازدهی‌های ترکیبات است که می‌تواند در زنجیره‌ی انتقال الکترون (NADH) وارد شود یا چرخه‌ی اسید سیتریک متابولیسم هوای (پیروات) که در راستای تولید انرژی اضافی است، می‌تواند انقباض عضلانی را تحریک کند.



◀ شکل ۱-۲ مسیر متابولیکی (گلیکولیز) که کربوهیدرات به‌عنوان منبع سوخت استفاده می‌شود. محصولات نهایی اسید پیرویک، NADH و ATP هستند. دو وضعیت مشترک اسید پیرویک، اکسیداسیون از طریق چرخه‌ی TCA یا تبدیل به اسید لاکتیک می‌شود. نتیجه تا حد زیادی به درخواست فوری انرژی، حضور آنزیم‌های کلیدی و تأثیرگذاری آنها و در دسترس بودن اکسیژن برای تنفس میتوکندریایی بستگی دارد.

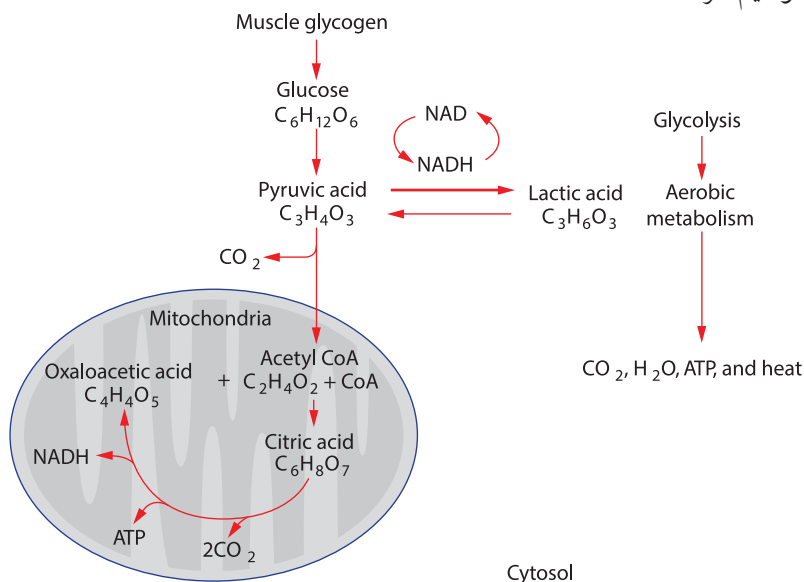
از نظر فنی، گلیکولیز به حضور اکسیژن نیاز ندارد یا برای تولید دو مولکول پیرووات از هر مولکول گلوکز، اکسیژن مصرف نمی‌کند. اما شرایط گلیکولیز هوازی و بی‌هوازی اغلب برای به آن چه که بعداً در روند سوخت و ساز بدن استفاده می‌شود، برمی‌گردد. این مرحله بعدی تا حد زیادی توسط این مسئله تعیین می‌شود که آیا گلیکولیز در حضور و یا عدم حضور اکسیژن رخ می‌دهد یا نه. در حضور اکسیژن، پیرووات به سرعت تبدیل به acetyl-CoA می‌شود، یک سوبسترای که سپس آن وارد میتوکندری سلول شده و تحت متابولیسم هوازی از طریق چرخه‌ی اسید سیتریک قرار می‌گیرد. اما همچنین می‌توان استدلال کرد که کلید واقعی در این جا، نیاز برای تولید انرژی مربوط می‌شود.

زمانی که نیاز به تولد انرژی زیاد است، مثل زمان انجام دادن فعالیت‌های سنگین، گلیکولیز بی‌هوازی غالب است. وقتی که مقدار انرژی مورد نیاز پایین است، مسیر گلیکولیز هوازی غالب است. از سوی دیگر، استیل کوآ می‌تواند از طریق اکسیداسیون اسید چرب به علاوه گلیکولیز تشکیل شود. طی متابولیسم اسید چرب، اکسیداسیون بتا از طول زنجیره‌ی کربن تشکیل یافته از مولکول چربی در دو زیر واحد کربن جدا می‌شود، که نهایتاً تبدیل به مولکول‌های استیل کوآ می‌گردند. بنابراین، در این قسمت در مسیر واکنش‌های باقیمانده در راستای تولید انرژی برای کاتابولیسم هر دوی چربی و کربوهیدرات یکسان هستند. و تا زمانی که اکسیژن حضور دارد، NADH تولید شده از طریق گلیکولیز می‌تواند به زنجیره‌ی انتقال الکترون وارد شود (بعداً در این بخش توصیف می‌شود)، و سپس منجر به تولید مولکول‌های ATP اضافه می‌شود. در زمان نبود اکسیژن به مقدار کافی (و یا زمانی که تقاضای انرژی فوق‌العاده بالا است) در پشتیبانی نیازهای انرژی صرفاً از طریق متابولیسم هوازی، پیرووات به اسید لاکتیک، یا لاکتات (شکل ۱-۳) تبدیل می‌شود.

اسید لاکتیک، از نظر شیمیایی شبیه به لاکتات است، از طریق یک واکنش گلیکولیز که اجازه‌ی سوخت و ساز سلولی را می‌دهد و همچنین همراه با انجام فعالیت ورزشی و با بازسازی کردن یک کوآنزیم محدود به نام نیکوتین آمید آدنین دی نوکلئوتید (NAD^+)، تولید می‌شود. بازیافت این کوآنزیم ضروری برای گلیکولیز در ادامه تولید انرژی از طریق تجزیه‌ی قندها مورد نیاز است. با این حال، مسیرهای انرژی هوازی و بی‌هوازی جدا از هم هستند.

مسئله فعلی در مورد گلیکولیز این است، که آیا به شکل گیری پیرووات یا لاکتات منتج می‌شود یا نه، اجازه‌ی تولید انرژی در میزان بسیار بیشتری که فقط از طریق متابولیسم هوازی تأمین می‌شود را می‌دهد یا نه. گلیکولیز به سرعت رخ می‌دهد و در نتیجه تولید انرژی صرفاً به ظرفیت یک مسیر هوازی محدود نمی‌شود. در نتیجه، باید مراقب باشیم که تشکیل اسید لاکتیک را صرفاً یک تابع در دسترس از اکسیژن تصور نکنیم. در بسیاری از موارد با توجه به درخواست‌ها برای

تولید انرژی، متابولیسم هوازی برای تأمین انرژی پیشی می‌گیرد. در مورد این موضوع بعداً بیشتر صحبت خواهیم کرد.



◀ شکل ۳-۱ اثر متقابل بین گلیکولیز و متابولیسم هوازی است. اگر چه اسید پیرویک، در واقع، بدون استفاده از اکسیژن تولید می‌شود، آن توسط تنفس میتوکندریایی داخل میتوکندری، اکسید می‌گردد. اگر تقاضای انرژی بیش از حد بالا باشد به تنفس میتوکندریایی منجر می‌شود، اسید لاکتیک می‌تواند تشکیل گردد تا یون‌های هیدروژن را جدا کند. دهنده‌ی این یون‌های هیدروژن NADH کوفاکتور گلیکولیتیک است. از آنجا که اسید لاکتیک به این اتم‌های هیدروژن متصل می‌شود، NAD بازیابی می‌شود، اجازه می‌دهد گلیکولیز ادامه یابد و همانند ATP می‌تواند از طریق این مسیر کوتاه تشکیل گردد.

متابولیسم هوازی و سطح عملکرد در شنا

همان طور که گفته شد، هنگامی که اکسیژن موجود است پیروات تشکیل شده به‌عنوان محصول نهایی از گلیکولیز به استیل کوآ تبدیل می‌شود. اگرچه متابولیسم کربوهیدرات یا گلیکولیز در سیتوزول سلول‌های عضلانی اسکلتی شکل می‌گیرد، تولید انرژی هوازی تنها در اندامک‌های سلول به نام میتوکندری رخ می‌دهد. پیروات وارد میتوکندری می‌شود، جایی که در آن به استیل کوآ و دی‌اکسید کربن تبدیل می‌شود. در آن نقطه، **acetyl-CoA** وارد چرخه‌ی کربس می‌شود (پس از **Hans Krebs**، که برای اولین بار فرآیند را توصیف کرد، نام گرفت) و زنجیره‌ی انتقال الکترون از طریق ۳۲ ATP اضافی که نهایتاً تولید می‌شوند در حمایت از عملکردهای بیولوژیک در سراسر بدن، از جمله انقباضات عضلانی استفاده می‌شوند.

چرخه‌ی کربس نیز به‌عنوان چرخه‌ی اسید سیتریک و چرخه‌ی اسید تری کربوکسیلیک (TCA) شناخته شده است. به دلیل موضوع این فصل، ما به فرایندی که در آن انرژی هوازی به‌عنوان چرخه‌ی TCA تولید می‌شود، مراجعه خواهیم کرد. هر چند که در بخشی از مسیر هوازی