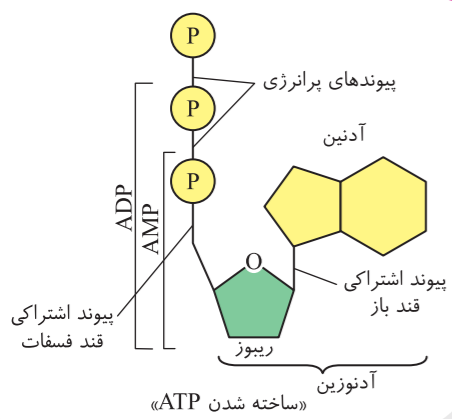
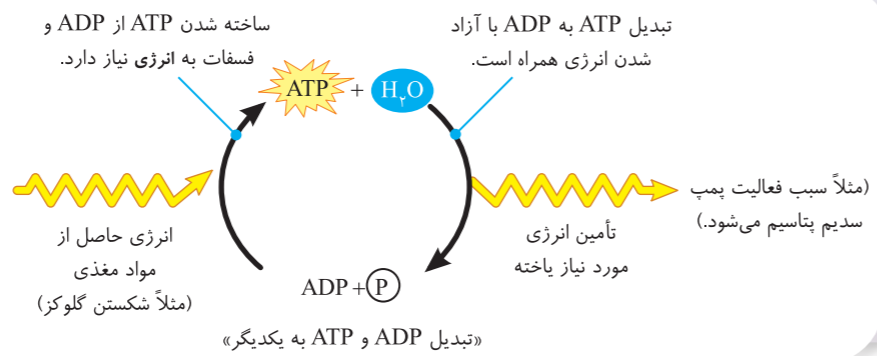




ATP

تامین انرژی

هیچ جاننداری نمی‌تواند بدون انرژی زنده بماند، رشد و فعالیت کند ← همه جانوران، به شیوه یکسانی، انرژی مورد نیاز را از غذایی که می‌خورند، به دست می‌آورند. شکل رایج و قابل استفاده انرژی در یاخته‌هاست. متشکل از باز آلی آدنین، قند پنج کربنی ریبوز و سه گروه فسفات است. به مجموعه باز آلی آدنین و قند ریبوز آن، آدنوزین گفته می‌شود. افزوده شدن فسفات به آدنوزین در سه مرحله روی می‌دهد: آدنوزین به‌طور معمول از ADP تشکیل می‌شود. پیوندهای پرانرژی اشتراکی بین گروه‌های فسفات ایجاد و با شکسته شدن این پیوند، انرژی ذخیره شده در آن‌ها آزاد می‌شود. حفظ هر یک از ویژگی‌های جانداران مثل رشد و نمو، تولیدمثل و ... به در اختیار داشتن ATP وابسته است. آدنین و فسفات، با پیوند اشتراکی به قند پنتوز آن متصلند. تبدیل ADP به ATP، واکنشی از نوع سنتز آبدی بوده که انرژی خواه است و از مواد مغذی انرژی آن به دست می‌آید. هیدرولیز ATP به ADP، همراه با مصرف آب بوده و انرژی‌زا می‌باشد. انرژی حاصل از آن صرف فرایندهای یاخته‌ای می‌شود.



تشریح

۱ ساخته شدن ATP در سطح پیش‌ماده

- گروه فسفات از یک ترکیب فسفات‌دار (پیش‌ماده) و افزودن آن به ADP است.
- تولید ATP در مرحله آخر گلیکولیز (تخریب) هر نوع تنفس یاخته‌ای از پیش‌ماده سه کربنی دوفسفات
- تولید ATP در چرخه کربس ← مخصوص بخش هوازی تنفس یاخته‌ای می‌باشد.
- مثال
- تولید ATP در ماهیچه‌ها به کمک کراتین فسفات
- طبق واکنش مقابل، به سرعت، ATP تولید می‌کند. $CP + ADP \rightarrow C + ATP$ کراتین (C) کراتین
- کراتین، سپس در ماهیچه به ماده زائد نیتروژن‌دار کراتینین تبدیل می‌شود.
- کراتینین‌ها وارد خون شده و سپس به عنوان ماده زائد نیتروژن‌دار از کلیه‌ها دفع می‌شوند.
- در جایگاه فعال آنزیم مورد نیاز آن، فسفات‌ها در کنار هم قرار می‌گیرند.
- ساخته شدن اکسایشی ATP ← از یون فسفات و انرژی حاصل از انتقال الکترون‌ها در راکتیزه ساخته می‌شود ← مخصوص تنفس یاخته‌ای هوازی است.
- ساخته شدن نوری ATP ← در سبزدیسه انجام می‌شود ← نیاز به زنجیره انتقال الکترون دارد ← در فتوسنتز تولید و مصرف می‌شود.

روش‌های ساخت

همواره طی آن، قند می‌سوزد و ATP تولید می‌شود.

۱ تنفس هوازی

- تجزیه ماده مغذی و تولید ATP با حضور اکسیژن انجام می‌شود.
- واکنش کلی آن: $C_6H_{12}O_6 + 6O_2 + ADP + P \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O + ATP$
- الف) بخش بی‌هوازی (مستقل از اکسیژن): قندکافت (گلیکولیز) ← در ماده زمینه‌ای سیتوپلاسم هر یاخته زنده‌ای رخ می‌دهد.
- دو مرحله دارد
- ب) بخش هوازی (وابسته به اکسیژن):
- ۱) اکسایش پیرووات
- ۲) چرخه کربس (آکسیژن استیل)
- ۳) زنجیره انتقال الکترون ← بیشترین مقدار ATP را به صورت اکسایشی تولید می‌کند.
- به ازای تجزیه کامل گلوکز در بهترین شرایط آزمایشگاهی، یاخته یوکاریوت، حداکثر 30 ATP تولید می‌کند.
- تولید ATP در یاخته‌های متفاوت و متناسب با نیاز بدن فرق می‌کند.
- هورمون‌های یادار تیروئیدی با تنظیم سوخت‌وساز یاخته‌ها، سبب تنظیم مقدار ATP می‌شوند.
- اگر ATP زیاد باشد، آنزیم‌های درگیر در قندکافت و چرخه کربس مهار می‌شوند تا تولید ATP کم شود.
- اگر ATP کم و ADP زیاد شود، آنزیم‌های قندکافت و بخش هوازی فعال و تولید ATP افزایش می‌یابد.
- تنظیم تنفس یاخته‌ای
- این تنظیم مانع هدر رفتن منابع می‌شود.
- یاخته‌های بدن به‌طور معمول از گلوکز و ذخیره قندی کبد برای تأمین انرژی استفاده می‌کنند.
- در صورت عدم منابع کافی، یاخته‌ها به سراغ تجزیه چربی‌ها و پروتئین‌ها می‌روند.
- تحلیل و ضعیف شدن ماهیچه‌های اسکلتی و سیستم ایمنی از عوارض سوء تغذیه و فقر غذایی شدید و طولانی‌مدت در افراد است.

تنفس یاخته‌ای

قندکافت (گلیکولیز)

در ماده زمینه‌ای سیتوپلاسم رخ می‌دهد. کمی ATP تولید می‌کند.

۲ تنفس بی‌هوازی (تخمیر)

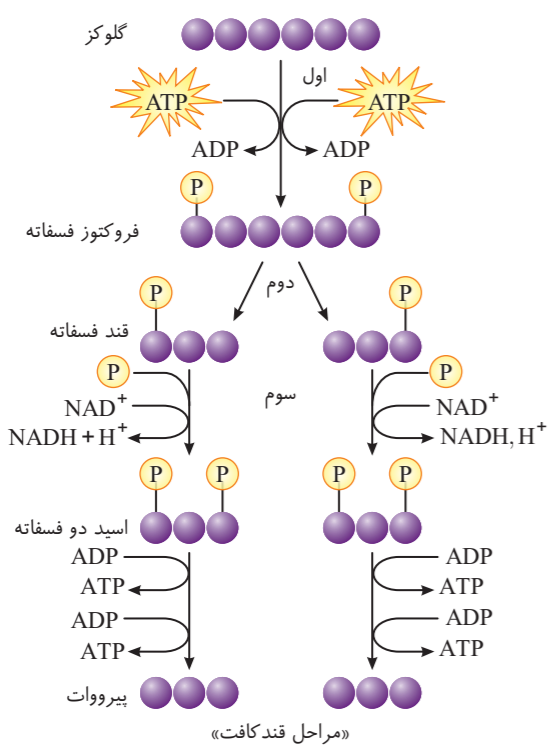
دو مرحله دارد

ادامه دو نوع تخمیر مهم

- الکلی
- لاکتیکی
- در نهایت اتانول و CO_2 تولید می‌کند.
- در ماده زمینه‌ای سیتوپلاسم رخ می‌دهد.
- در نهایت با الکترون‌گیری پیرووات، لاکتات تولید می‌کند.
- تنها تنفس یاخته‌ای است که CO_2 تولید نمی‌کند.



«ساخته شدن ATP در سطح پیش‌ماده»



الف) قندکافت (گلیکولیز)

اولین مرحله تنفس یاخته‌ای و به معنی تجزیه گلوکز است. در ماده زمینه‌ای سیتوپلاسم و به صورت چندمرحله‌ای در هر یاخته زنده‌ای انجام می‌شود. ۱) گلوکز با گرفتن فسفات‌های ATP به فروکتوز فسفات تبدیل می‌شود (این ATPها برای انرژی فصل سازی واکنش صرف می‌شوند). ۲) از تجزیه گلوکز فسفات، دو قند سه کربنی یک فسفات حاصل می‌شود. ۳) هر قند سه کربنه یک فسفات با گرفتن یک فسفات آزاد دیگر به ماده اسیدی دوفسفات تبدیل می‌شود. در این مرحله، به ازای تولید هر اسید، یک NADH و یک H⁺ ایجاد می‌شود. ۴) هر اسید دوفسفات بعد از طی مراحل، به مولکول سه کربنی به نام پیرووات تبدیل می‌شود. در این مرحله به ازای هر پیرووات، دو مولکول ATP در سطح پیش‌ماده تولید می‌شود. در قندکافت، O_۲ و CO_۲، تولید و مصرف نمی‌شود.

NADH

حامل الکترونی دی‌نوکلئوتیدی است و از اضافه شدن الکترون و پروتون به NAD حاصل می‌شود. همواره به ازای یک NADH، یک پروتون H⁺ نیز وجود دارد.

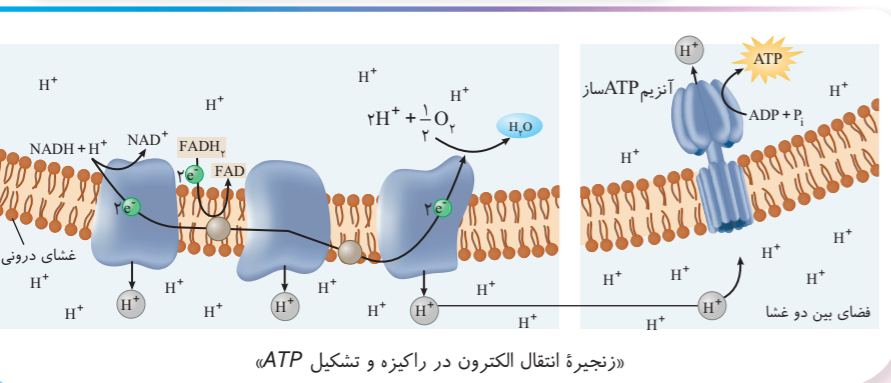
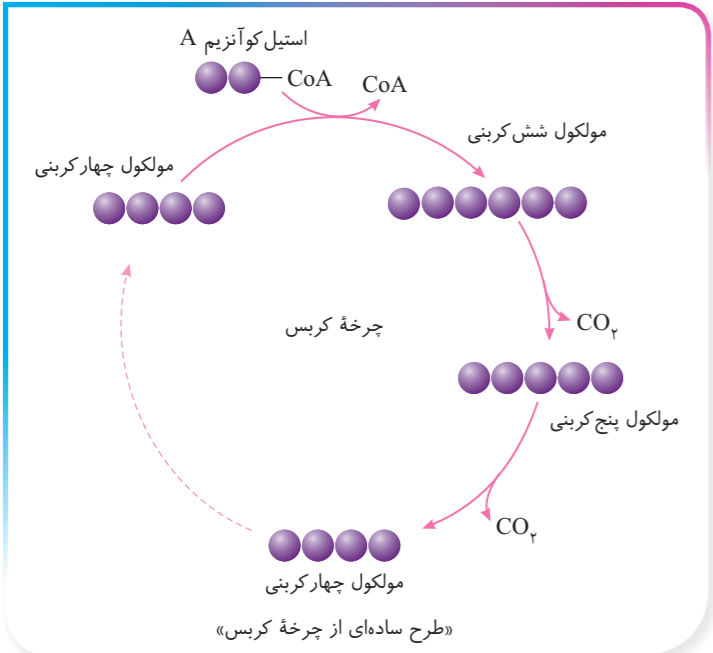
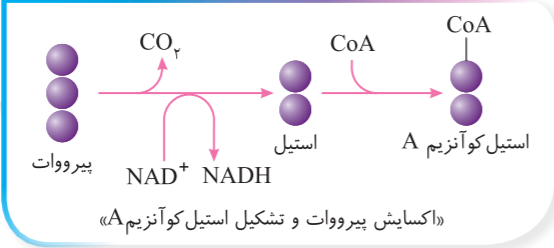
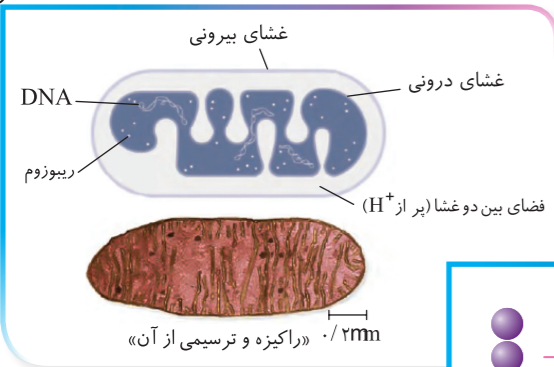
گیرنده‌های الکترونی در تنفس یاخته‌ای

NAD⁺

در قندکافت و بخش هوای تنفس برای اکسایش پیرووات و استیل، مصرف می‌شود (NAD⁺ در واکنش، با گرفتن الکترون کاهش می‌یابد). ماده نیکوتین‌دار دی‌نوکلئوتیدی می‌باشد. در تخمیر و زنجیره انتقال الکترون دوباره سازی می‌شود (NADH). آکسایش می‌یابد: $NAD^+ + 2H^+ + 2e^- \rightleftharpoons NADH + H^+$ ابتدا با گرفتن یک الکترون خنثی شده و سپس با یک هیدروژن ترکیب شده و به صورت حامل الکترونی NADH درمی‌آید. به ازای هر NADH، یک پروتون یا H⁺ نیز ایجاد شده است.

FAD

گیرنده الکترون مخصوص اکسایش استیل در بخش هوای تنفس است. در بستره راکتیزه در واکنش چرخه کربس مصرف می‌شود (با گرفتن الکترون کاهش می‌یابد). با گرفتن دو اتم هیدروژن به صورت ناقل الکترونی FADH_۲ درمی‌آید. $FAD + 2e^- + 2H^+ \rightleftharpoons FADH_2$ ماده دی‌نوکلئوتیدی می‌باشد. همراه با ایجاد FADH_۲، پروتونی به صورت آزاد حمل نمی‌شود. در زنجیره انتقال الکترون راکتیزه (بین پمپ اول و دوم) دوباره سازی می‌شود (FADH_۲ آکسایش می‌یابد).



ساختمان راکیزه

دو غشای داخلی چین خورده و بیرونی صاف دارد. چین‌های غشای درونی به سمت داخل یا بستره می‌باشد. درون آن دو فضا دارد: بخش داخلی (بتره) و بخش بیرونی (فضای بین غشا). برای تنفس یاخته‌ای به پروتئین‌هایی که ژن‌های آن‌ها در هسته قرار دارد وابسته است. این پروتئین‌ها در ریبوزوم‌های ماده زمینه‌ای سیتوپلاسم ساخته می‌شوند. دارای دنا یا دناهای مستقل از هسته و رناتن مخصوص به خود هستند. در آن همانندسازی، رونویسی و پروتئین‌سازی انجام می‌شود. در دنا راکیزه، ژن‌های مورد نیاز ساخت انواعی از پروتئین‌های مورد نیاز در تنفس یاخته‌ای وجود دارد. همراه با یاخته و نیز مستقل از آن تقسیم می‌شود (رونویسی و ترجمه همزمان دارد). دنا آن ژنوم سیتوپلاسمی انسان را شامل می‌شود.

اکسایش پیروات

در راکیزه یوکاریوت‌ها انجام می‌شود. پیروات از طریق انتقال فعال وارد راکیزه می‌شود و در آنجا اکسایش می‌شود. پیروات در راکیزه یک CO_2 از دست می‌دهد و به بنیان استیل تبدیل می‌شود. ضمن این عمل یک NAD^+ با کاهش یافتن به $NADH$ به همراه یک پروتون تبدیل می‌شود. بنیان استیل با اتصال به مولکولی آبی به نام کوآنزیم A، استیل کوآنزیم A را تشکیل می‌دهد. در این واکنش ابتدا، CO_2 آزاد می‌شود و در آخر کوآنزیم A وارد واکنش می‌شود. در این مرحله، تولید ATP صورت نمی‌گیرد ولی اولین مرحله تولید CO_2 در تنفس یاخته‌ای می‌باشد.

بخش هوازی یا وابسته به اکسیژن در یوکاریوت‌ها

چرخه کربس

واکنش‌های چرخه‌ای برای اکسایش گروه استیل در بستره راکیزه می‌باشد. چرخه با ماده چهارکربنی شروع می‌شود و در آخر دوباره‌سازی می‌شود. مولکول گلوکز اولین در پایان این مرحله تا حد تشکیل مولکول‌های CO_2 تجزیه شده است. واکنش‌های آن به صورت چرخه‌ای از واکنش‌های آنزیمی صورت می‌گیرد.

- ترکیب استیل کوآنزیم A با مولکول چهارکربنی ← سبب جدا شدن کوآنزیم A و تشکیل مولکول شش کربنی می‌شود.
- تبدیل مولکول شش کربنی به مولکول پنج کربنی با آزاد کردن CO_2
- تبدیل مولکول پنج کربنی به اولین مولکول چهارکربنی با آزاد کردن CO_2
- بازسازی مولکول چهارکربنی اولیه برای گرفتن استیل کوآنزیم دیگر ← تبدیل انواع مولکول‌های چهارکربنی به یکدیگر

مولکول‌های $NADH$ ، $FADH_2$ و ATP در سطح پیش‌ماده در محل‌های متفاوتی از چرخه تشکیل می‌شوند. $FADH_2$ ترکیبی نوکلئوتیددار است و همانند $NADH$ در این مرحله تولید می‌شود. تا پایان مرحله چرخه‌های کربس، انرژی حاصل از تجزیه گلوکز، صرف ساخته شدن ATP ، $FADH_2$ و $NADH$ شده است. تا پایان مرحله چرخه‌های کربس، همه $6CO_2$ حاصل از تجزیه گلوکز، در بستره راکیزه آزاد شده‌اند.

زنجیره انتقال الکترون (تشکیل ATP اکسایشی)

- متشکل از مولکول‌هایی است که در غشای درونی راکیزه قرار دارند که می‌توانند الکترون بگیرند یا از دست بدهند.
- اجزای آن حاوی سه پمپ پروتونی در عرض غشای درونی راکیزه و دو پروتئین مخصوص انتقال الکترون می‌باشد.

همگی پروتون‌ها را برخلاف شیب غلظت از بستره راکیزه به فضای بین دو غشای آن می‌برند. همگی انرژی زیستی مورد نیاز خود را از الکترون عبوری می‌گیرند (نه ATP !).

پمپ اول ← مخصوص اکسایش $NADH$ ‌های قندکافت و بخش هوازی می‌باشد ← دوباره‌سازی NAD^+ می‌کند. الکترون‌های $FADH_2$ را عبور نمی‌دهد.

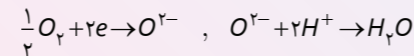
پمپ دوم ← الکترون‌های $NADH$ و $FADH_2$ را از خود عبور می‌دهد.

پمپ سوم ← الکترون‌های $NADH$ و $FADH_2$ را دوباره به بستره راکیزه برمی‌گرداند تا به O_2 برساند ← یون اکسید ایجاد می‌کند.

به انتقال H^+ نمی‌پردازند.

پروتئین‌ها ← بین پمپ اول و دوم ← آب گریز در وسط غشای درونی راکیزه است ← الکترون‌های $FADH_2$ و $NADH$ را عبور می‌دهد. بین پمپ دوم و سوم ← آب دوست در سطح خارجی غشای درونی راکیزه است ← الکترون‌های $FADH_2$ و $NADH$ را به پمپ سوم می‌دهد.

- مولکول‌های $NADH$ و $FADH_2$ برای تولید ATP بیشتر مصرف می‌شوند.
- الکترون‌ها در نهایت به اکسیژن مولکولی می‌رسند و اکسیژن مولکولی به یون اکسید (اتم آکسیژن) به (برابر مقیاس) تبدیل می‌شود.
- یون‌های اکسید در ترکیب با پروتون‌هایی که در بستره قرار دارند، مولکول آب را تشکیل می‌دهند.
- با ایجاد یون اکسید (O^{2-}) و ترکیب آن با پروتون‌ها، در بستره راکیزه، مقداری آب تولید می‌شود.
- انرژی لازم برای انتقال پروتون‌های آن از الکترون‌های پراانرژی $NADH$ و $FADH_2$ فراهم می‌شود.
- ضمن عمل پمپ‌های آن، تراکم پروتون‌ها در فضای بین دو غشا افزایش می‌یابد که براساس شیب غلظت، پروتون‌ها تمایل دارند به سمت بخش داخلی (بتره) برگردند.
- پروتون‌ها فقط از طریق مجموعه‌ای پروتئینی به نام آنزیم ATP ‌ساز به بخش داخلی راکیزه می‌روند (این مجموعه از اجزای زنجیره انتقال الکترون نمی‌باشد).
- با عبور پروتون‌ها به روش انتشار تسهیل شده از کانالی که در این مجموعه در غشای درونی راکیزه قرار دارد، انرژی مورد نیاز برای تشکیل ATP اکسایشی از ADP و گروه فسفات فراهم می‌شود.
- اکسیژن گیرنده نهایی الکترون و پروتون در تنفس هوازی می‌باشد.



خلاصه‌ای از تنفس هوازی



نکات

- از روش‌های تأمین انرژی در شرایط کمبود یا نبود اکسیژن است.
- در انواعی از جانداران یوکاریوتی و پروکاریوتی رخ می‌دهد.
- در فرایند تخمیر، راکیزه و در نتیجه زنجیره انتقال الکترون نقشی ندارند.
- از دو مرحله تشکیل شده، یکی مرحله قندکافت و یکی مرحله تداوم تولید NAD^+ به مجموع هر دو مرحله آن، تخمیر یا تنفس بی‌هوازی گفته می‌شود.
- برای تداوم قندکافت، وجود NAD^+ ضروری است و اگر نباشد قندکافت متوقف می‌شود.
- دو نوع تخمیر مهم الکی و لاکتیکی وجود دارد که گیرنده نهایی الکترونی آن‌ها نوعی ماده آلی می‌باشد.

دو نوع تخمیر

تنفس بی‌هوازی (تخمیر)

مرحله دوم

۱ در تخمیر الکی

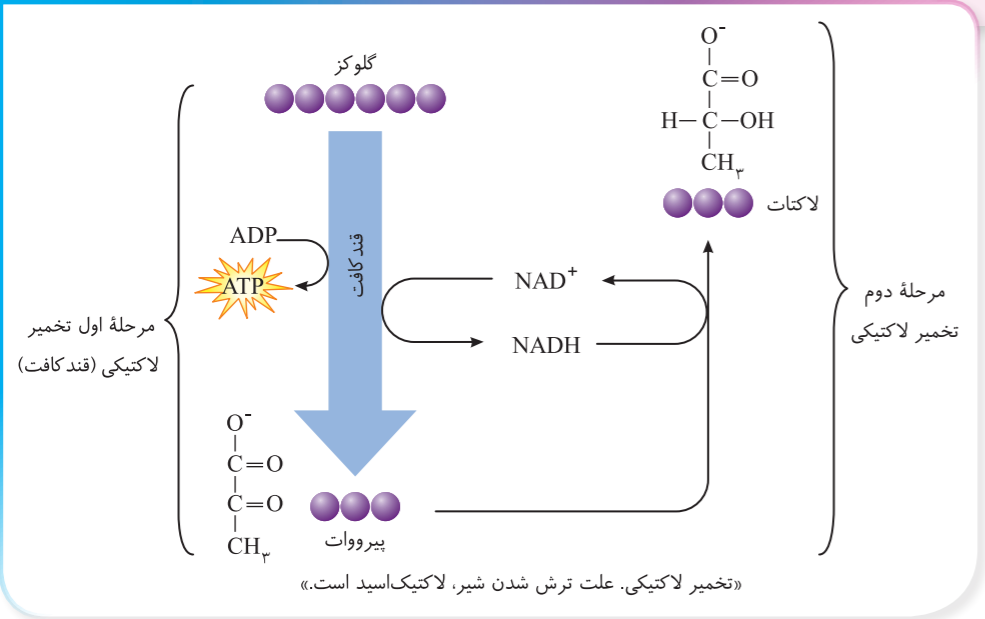
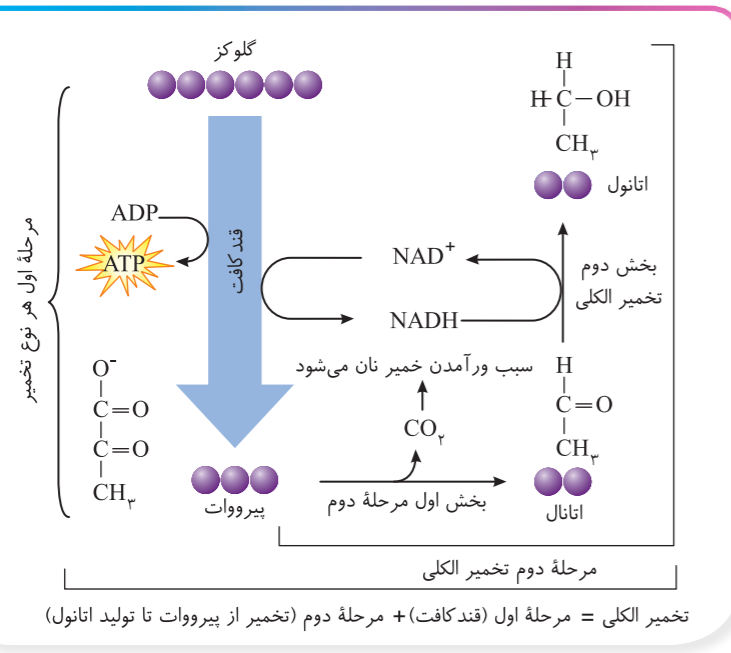
- در برخی باکتری‌ها، در قارچ مخمر نان و برخی یاخته‌های گیاهان انجام می‌شود.
- واکنشی دومرحله‌ای است.
- در مرحله اول، پیرووات حاصل از قندکافت با از دست دادن CO_2 به اتانول تبدیل می‌شود.
- در مرحله دوم، ضمن واکنش‌های کاهش، اتانول با گرفتن الکترون‌های $NADH$ ، اتانول ایجاد می‌کند و NAD^+ دوباره‌سازی می‌شود.
- ورآمدن خمیر نان به علت انجام این نوع تخمیر است و با تولید CO_2 ایجاد می‌شود.
- تخمیر الکی در نهایت سبب تولید اتانول، CO_2 و ATP می‌شود.
- مرحله دوم تخمیر الکی سبب تولید اتانول، CO_2 و NAD^+ می‌شود.
- ماده نهایی الکترون گیرنده آن اتانول آلی می‌باشد.

۲ در تخمیر لاکتیکی

- واکنشی یک‌مرحله‌ای است که طی آن پیرووات، کاهش می‌یابد.
- ضمن الکترون‌گیری پیرووات، دوباره‌سازی NAD^+ رخ می‌دهد.
- در این نوع تنفس یاخته‌ای، CO_2 تولید نمی‌شود.
- پیرووات حاصل از قندکافت وارد راکیزه‌ها نمی‌شود، بلکه با گرفتن الکترون‌های $NADH$ به لاکتات تبدیل می‌شود.
- اگر اکسیژن کافی برای تجزیه گلوکز در ماهیچه‌های اسکلتی وجود نداشته باشد، پیرووات به لاکتات تبدیل شده و تجمع لاکتات سبب درد ماهیچه‌ای می‌شود.
- انواعی از باکتری‌ها این تخمیر را انجام می‌دهند.
- در ترش شدن شیر، تولید فرآورده‌های غذایی مانند خیارشور و فرآورده‌های شیری نقش دارند.

تخمیر در گیاهان

- هر دو نوع تخمیر الکی و لاکتیکی در گیاهان وجود دارد.
- تجمع الکل یا لاکتیک اسید در یاخته گیاهی به مرگ آن می‌انجامد، بنابراین باید از یاخته‌ها دور شوند.
- گیاهانی که به‌طور طبیعی در شرایط غرقایی رشد می‌کنند، سازکارهایی برای تأمین اکسیژن مورد نیاز دارند.
- یا به کمک شش ریشه‌ها، از هوا O_2 می‌گیرند.
- یا نرم‌آکنه پرها دارند.
- تشکیل بافت نرم‌آکنه‌ای هوادار در گیاهان آبی (آبزی، *آبزی*، *توبریوسا*) و شش ریشه در درخت خزا مثالی از این سازوکارها هستند.



سلامت بدن (پاداکنسدها)

رادیکال‌های آزاد

نکات

- رادیکال‌های آزاد به علت داشتن الکترون‌های جفت نشده در ساختار خود، واکنش‌پذیری بالایی دارند.
- می‌توانند در واکنش با مولکول‌های تشکیل دهنده بافت‌های بدن، به آن‌ها آسیب برسانند.
- در فرایند تنفس هوازی امکان تولید رادیکال آزاد از اکسیژن وجود دارد.
- اتم اکسیژن برخلاف مولکول اکسیژن به عنوان یک رادیکال آزاد بوده و می‌تواند به مولکول‌های زیستی آسیب برساند.
- در گاهی موارد، درصدی از اکسیژن‌ها وارد واکنش تشکیل آب نمی‌شوند و به صورت رادیکال آزاد درمی‌آیند.
- راکیزه‌ها برای مقابله با اثر سمی رادیکال آزاد به ترکیبات پاداکنسده وابسته‌اند.
- میوه‌ها و سبزیجات دارای پاداکنسده‌هایی مانند کاروتنوئیدها و آنتوسیانین‌ها هستند.
- کاروتنوئیدهای درون پلاست‌ها می‌توانند در راکیزه وارد شوند و مانع عمل رادیکال‌های آزاد شوند.
- پاداکنسده‌ها در واکنش با رادیکال‌های آزاد مانع از اثر تخریبی آن‌ها بر مولکول‌های زیستی و در نتیجه مانع تخریب بافت‌های بدن می‌شوند.
- واکنش تشکیل آب دو مرحله دارد:
 - مرحله اول ← ترکیب O_p با الکترون‌ها و ایجاد یون اکسید منفی (O^{2-}) ← یون اکسید رادیکال آزاد نمی‌باشد.
 - مرحله دوم ← ترکیب یون O^{2-} (آب) با پروتون و تشکیل آب

تجمع رادیکال‌های آزاد

علت

۱ اثر الکل

- سرعت تشکیل رادیکال‌های آزاد از اکسیژن را افزایش می‌دهد.
- مانع عملکرد راکیزه در جهت کاهش رادیکال آزاد می‌شود.
- تجمع رادیکال آزاد ← حمله به DNA حلقوی راکیزه ← تخریب راکیزه ← مرگ یاخته‌های کبدی ← بافت‌مردگی (ندروز) (مرگ تصادفی) ← اختلال در کار کبد و از کار افتادن آن
- اختلال در کار کبد و از کار افتادن آن از شایع‌ترین عوارض نوشیدن مشروبات الکلی است.

۲ نقص ژنی

- گاه نقص در ژن‌های مربوط به پروتئین‌های زنجیره انتقال الکترون، به ساخته شدن پروتئین‌های معیوب می‌انجامد ← مانع انتقال الکترون کافی به O_p می‌شود.
- راکیزه با این پروتئین‌های معیوب در مبارزه با رادیکال‌های آزاد عملکرد مناسبی ندارد ← احتمال تخریب دنا راکیزه بالا می‌رود.
- این نقص ژنی می‌تواند مربوط به ژن‌های درون هسته یا خود راکیزه باشد.

توقف انتقال الکترون

سیانید

- مواد سمی فراوانی وجود دارند که یک یا تعدادی از واکنش‌های تنفس هوازی را مهار می‌کنند ← سبب توقف تنفس یاخته‌ای ← مرگ
- سبب توقف واکنش نهایی مربوط به انتقال الکترون به O_p می‌شود
- احتمال تولید یون اکسید (O^{2-}) را در راکیزه کم می‌کند ← تولید آب نیز کم می‌شود.
- احتمال ایجاد رادیکال آزاد از اکسیژن زیاد می‌شود.
- چون مراحل انتهایی زنجیره را دچار اختلال می‌کند، روی تولید NAD^+ و FAD اثر مستقیم ندارد.

کربن مونواکسید

- اتصال پایدار به هموگلوبین در محل اتصال اکسیژن دارد ← مانع اتصال اکسیژن به هموگلوبین می‌شود ← اختلال در تنفس یاخته‌ای ← مقدار تنفس هوازی و تولید ATP در یاخته کم می‌شود.
- همانند سیانید سبب توقف واکنش‌های مربوط به انتقال الکترون به اکسیژن می‌شود
- احتمال ایجاد یون اکسید و آب را کم کرده
- احتمال تولید رادیکال آزاد اکسیژن را زیاد می‌کند.

دود خارج شده از خودروها و سیگار از منابع دیگر تولید کربن مونواکسید هستند.

در بخش اول تخمیر الکلی بخش اول تخمیر لاکتیکی،

- ۱) همانند - هر محصول، به همراه یک مولکول فسفات دار ایجاد می‌شود.
- ۲) برخلاف - ابتدا با تجزیه پیرووات، یک مولکول CO_2 ایجاد می‌شود.
- ۳) همانند - هر ماده دو فسفات، به دنبال افزایش پروتون در واکنش ایجاد می‌شود.
- ۴) برخلاف - دوباره سازی NAD^+ به کمک یک ترکیب آلی صورت می‌گیرد.

چند مورد عبارت «هر یاخته ماهیچه‌ای در ماهیچه چهارسر ران،» را به نادرستی تکمیل می‌کند؟

- الف) در فعالیت‌های شدید به تولید ماده‌ای می‌پردازد که سبب تحریک حسی با سازوکار محافظتی می‌شود.
- ب) می‌تواند از مولکولی استفاده کند که ضمن تولید ATP، به نوعی ماده زائد نیتروژن دار تبدیل می‌شود.
- ج) آخرین عضوی از زنجیره انتقال الکترون آن الکترون‌های $NADH$ و $FADH_2$ را عبور می‌دهد.
- د) طی واکنش‌های اکسایش پیرووات و استیل، سبب اکسایش $NADH$ می‌شود.

۱) مورد ۲) مورد ۳) مورد ۴) مورد

چند مورد عبارت زیر را به نادرستی تکمیل می‌کنند؟

- ۱) «در ماهیچه ، هر نوع تار ماهیچه‌ای که بیشتر انرژی خود را طی پیرووات به دست می‌آورد»
- الف) مثانه - الکترون گیری - تحت کنترل اعصاب خودمختار می‌باشد.
- ب) توأم - اکسایش - مقدار زیادی رنگدانه قرمز شبیه میوگلوبین دارد.
- ج) دیافراگم - الکترون دهی - سریع انرژی خود را از دست می‌دهد.
- د) شکمی - واکنش کاهشی - مسئول انجام انقباضات سریع می‌باشد.

۱) مورد ۲) مورد ۳) مورد ۴) مورد

هر مرحله‌ای از تنفس یاخته‌ای که قدرت مصرف دارد، امکان ندارد که تولید کند.

۱) $FADH_2 - ATP$ در سطح پیش‌ماده

۲) ATP - ناقل الکترونی دی‌نوکلوئیدی

۳) دو نوع گیرنده الکترونی دی‌نوکلوئیدی - CO_2

۴) نوعی نوکلئوتید سه فسفات - استیل کوآنزیم A

چند مورد عبارت مقابل را به نادرستی تکمیل می‌کند؟ «در راکیزه، در واکنش همراه با کوآنزیم A، نیز تولید می‌شود.»

- الف) بخش دندار - آزادسازی - قند شش کربنی دو فسفات
- ب) فضای بین دو غشای - مصرف - شیب غلظت پروتون
- ج) بخش محاصره شده توسط غشای چین‌خورده - آزادسازی - CO_2
- د) بستره - مصرف - پروتون و NAD^+

۱) مورد ۲) مورد ۳) مورد ۴) مورد

در بخش هوازی تنفس، ترتیب انجام فرایندهای زیر کدام است؟

- الف) استفاده از کوآنزیم A
 - ب) الکترون گیری NAD^+
 - ج) هیدرولیز ATP اکسایشی
 - د) بازسازی FAD
- ۱) ب ← الف ← ج ← د ۲) ب ← الف ← د ۳) ج ← د ← ب ۴) الف ← ب ← د ← ج

در هر نوع تخمیری، در مورد ماده اکسایش یابنده اصلی مرحله بعد از قندکافت، چند مورد زیر نادرست می‌باشد؟

- الف) پیرووات یا اتانال می‌باشد.
- ب) فاقد باز آلی نیتروژن دار دو حلقه‌ای می‌باشد.
- ج) از هیدرولیز قند ذخیره‌ای در کبد و ماهیچه آزاد می‌شود.
- د) در واکنش‌های هوازی موجود در راکیزه نیز اکسایش می‌یابد.

۱) مورد ۲) مورد ۳) مورد ۴) مورد

در موادی در یاخته که به دلیل داشتن الکترون‌های جفت نشده، قدرت واکنش‌پذیری بالایی دارند، چند مورد زیر صحیح می‌باشد؟

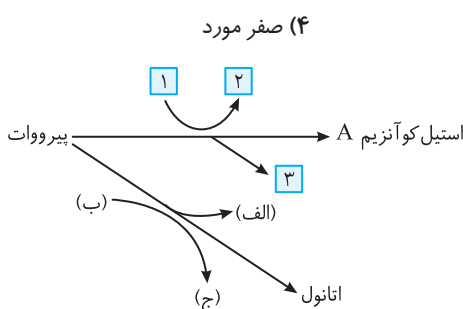
- الف) در واکنش با برخی مواد رنگی درون یاخته، سبب تخریب مولکول‌های زیستی می‌شوند.
- ب) در اثر واکنش با مولکول‌های بافت‌های بدن، مانع ایجاد سرطان می‌شوند.
- ج) در واکنش‌های تنفس هوازی، هر مولکول آب از واکنش دو نوع از آنها ایجاد می‌شود.
- د) درصدی از آنها به صورت مولکول‌های اکسیژن می‌توانند از عوامل ایجاد سرطان باشند.

۱) مورد ۲) مورد ۳) مورد ۴) صفر مورد

در شکل مقابل چند مورد صحیح است؟

- ۳ و الف)، پس از تولید در تار ماهیچه‌ای، ابتدا وارد پلازما می‌شوند.
- ۱ و ج) یک نوع ماده هستند که هر دو برای اکسایش به پمپ اول زنجیره انتقال الکترون می‌روند.
- ۲ و ب) یک نوع ماده است که همراه با تولید آن‌ها، مقدار H^+ یاخته زیاد می‌شود.
- ۱ برخلاف ب) از پیرووات الکترون می‌گیرد.

۱) مورد ۲) مورد ۳) مورد ۴) مورد



۱۰

نمی‌توان انتظار داشت تولید CO_2 در یاخته سارکومردار هم‌زمان با تولید باشد.

- (۱) لاکتات
(۲) ماده $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ در بستره راکیزه
(۳) بنیان استیل
(۴) اتانال در سیتوپلاسم

۱۱

کدام واکنش زیر در اثر عمل سیانیدها یا مونواکسید کربن مهار می‌شود؟

- (۱) تبدیل پیرووات به استیل کوآنزیم A
(۲) انتقال الکترون کم‌انرژی به اکسیژن در بستره راکیزه
(۳) الکترون‌گیری از NADH در پمپ اول زنجیره انتقال الکترون
(۴) تولید آب در اثر الکترون‌گیری یون اکسید (O^{2-})

۱۲

دود سیگار و خودروها منبع تولید ماده‌ای می‌باشد که امکان ندارد
(۱) همانند سیانیدها سبب توقف واکنش‌های تولید آب از ناقلین الکترون شود.
(۲) ظرفیت حمل اکسیژن محلول در پلاسما را کاهش دهد.
(۳) در مقدار CO_2 تولید شده در تنفس هوازی تأثیر داشته باشد.
(۴) برخلاف اکسیژن اتصال پایداری به نوعی پروتئین دارای زیرواحدهای ماریچی داشته باشد.

۱۳

در مرحله‌ای از نوعی تنفس که اولین واکنش تولید CO_2 همراه با تولید NADH صورت می‌گیرد، بلافاصله پس از این واکنش، قطعاً کدام واکنش زیر رخ می‌دهد؟

- (۱) اکسایش گروه استیل
(۲) تولید لاکتات با دوباره‌سازی NAD^+
(۳) دوباره‌سازی NAD^+ همراه با تولید الکل
(۴) استفاده از نوعی ماده برای کمک به عمل سریع‌تر آنزیم‌ها

۱۴

انرژی لازم برای انتقال پروتون بین دو فضای درون راکیزه‌ای، از محصولات کدام واکنش‌ها تأمین نمی‌شود؟

- (۱) واکنش‌های فتدکافت در ماده زمینه‌ای سیتوپلاسم
(۲) واکنش‌های دوباره‌سازی NAD^+ در ماده زمینه‌ای سیتوپلاسم
(۳) واکنش‌های تولید استیل کوآنزیم A در بستره راکیزه
(۴) واکنش‌های اکسایش استیل در فضای درونی راکیزه

۱۵

کدام گزینه نادرست است؟ «اکسایش در مرحله دیده نمی‌شود.»

- (۱) پیرووات - دوم تنفس یاخته‌ای در گوچه قرمز انسانی
(۲) NADH - اول هر نوع تنفس یاخته‌ای
(۳) FADH_2 - دوم تنفس یاخته‌ای هوازی
(۴) پیرووات - دوم یکی از انواع تنفس یاخته ماهیچه سه‌سر بازو

۱۶

چند مورد عبارت مقابل را به نادرستی تکمیل می‌کند؟ «ماهیچه توأم انسان،»

- (الف) پس از ورزش، لاکتیک‌اسیدها را بلافاصله تجزیه می‌کند.
(ب) در تسهیل بازگشت خون به بخش چپ قلب نقش دارد.
(ج) در صورت وجود O_2 ، تا چند ساعت می‌تواند ضمن تجزیه گلوکز به تولید FADH_2 پردازد.
(د) در فعالیت شدید خود با تجمع مولکولی دچار درد می‌شود که مجموع عدد اکسایش کربن‌های آن از پیرووات کمتر می‌باشد.

- (۱) ۱ مورد (۲) ۲ مورد (۳) ۳ مورد (۴) ۴ مورد

۱۷

در یک فرد سالم، هنگامی که میزان بی‌کربنات خون زیاد است، امکان ندارد که
(۱) غلظت یون هیدروژن خون و تولید CO_2 نیز بالا باشد.
(۲) تولید ATP اکسایشی در بدن زیاد باشد.
(۳) تنفسی برای تبدیل پیرووات به ماده سه کربنی در حال افزایش بوده باشد.
(۴) مصرف اکسیژن و تولید استیل کوآنزیم A زیاد باشد.

۱۸

از محصولات نهایی مشترک می‌توان در استفاده کرد.

- (۱) هر نوع تنفس یاخته‌ای - هر نوع واکنش انرژی‌خواه یاخته‌ای
(۲) تنفس هوازی و تخمیر لاکتیکی - اشباع هموگلوبین و عمل کربنیک‌انیدراز به عنوان پیش‌ماده
(۳) تنفس هوازی و تخمیر الکی - انتقال فعال مواد یا در فرایندهای فتوسنتزی
(۴) تخمیر الکی و لاکتیکی - تولید فراورده‌های شیری یا تولید خیارشور

۱۹

چند مورد جمله مقابل را به نادرستی تکمیل می‌نماید؟ «در حین هر نوع تنفس یاخته‌ای در واحدهای سازنده ماهیچه دوسر بازو،»
(الف) برای هر رشته پلی‌پپتیدی، حداکثر دو ژن در ژنوم خطی آن‌ها وجود دارد.
(ب) به ازای هر مولکول FADH_2 ، دو پمپ زنجیره انتقال الکترون فعال می‌شود.
(ج) طی مرحله اول، تعدادی ATP ایجاد می‌شود.
(د) دوباره‌سازی NAD^+ رخ می‌دهد.

- (۱) ۱ مورد (۲) ۲ مورد (۳) ۳ مورد (۴) ۴ مورد

۲۰

عاملی که طی تخمیر سبب ترش شدن شیر می‌شود مولکولی که طی تخمیر سبب ورآمدن خمیر نان می‌شود،
(۱) همانند - در حالات مختلف تخمیر در بافت ماهیچه اسکلتی ایجاد می‌شود. (۲) برخلاف - می‌تواند به نوعی اسید تبدیل شود.
(۳) همانند - در تولید فراورده‌های خوراکی مثل خیارشور نقش دارد. (۴) برخلاف - در ضمن انجام واکنشی همراه با تولید NAD^+ ایجاد شده است.

پاسخ آزمون هدیه

بخش اول هر تخمیری، همان گلیکولیز یا قندکافت است که در هر مرحله از واکنش‌های آن حداقل یک ترکیب فسفات‌دار اصلی با ATP و یا ADP ایجاد می‌شود. **۱-۱**

تله‌های تستی گزینه (۲): در هیچ واکنش قندکافتی، CO_2 تولید نمی‌شود. / گزینه (۳): مولکول‌های ADP در واکنش‌های مرحله اول قندکافت با تولید H^+ ایجاد نشده‌اند. / گزینه (۴): دوباره‌سازی NAD^+ در مرحله دوم تخمیرها می‌باشد.

۲-۲ موارد (ب) و (د) نادرست هستند. ماهیچه‌های اسکلتی، توانایی تأمین انرژی از سوختن گلوکز طی تنفس هوازی و بی‌هوازی و همچنین از کراتین فسفات و اسیدهای چرب دارد.

تله‌های تستی الف) درست است. در مورد تولید لاکتیک اسید در تخمیر لاکتیکی و تحریک گیرنده درد صحیح است (درد نوعی حس با سازوکار محافظتی است). / ب) نادرست است. منظور کراتین فسفات است که ضمن تولید ATP از آن کراتین به دست می‌آید که به خودی خود ماده زائد نمی‌باشد. / ج) درست است. آخرین عضو زنجیره انتقال الکترون در تنفس هوازی، پمپ پروتونی است که الکترون‌های NADH و FADH_2 را به O_2 منتقل می‌کند. / د) نادرست است. واکنش‌های اکسایش پیرووات و استیل به تولید NADH می‌پردازد (نه اکسایش آن).

۳-۳ فقط مورد (د) جمله را به درستی تکمیل می‌کند ولی الف)، ب) و ج) به نادرستی تکمیل می‌کنند (این تست ترکیب شده با فصل ۳ یازدهم می‌باشد). **تله‌های تستی** الف) نادرست است. ماهیچه مثانه، نوعی ماهیچه صاف است و یاخته‌های ماهیچه‌ای آن، فقط طی تنفس هوازی و با اکسایش پیرووات انرژی به دست می‌آورند و تحت کنترل اعصاب خودمختار می‌باشند. دقت کنید که منظور از الکترون‌گیری پیرووات، همان تخمیر لاکتیکی است که ویژه ماهیچه اسکلتی است. / ب) نادرست است. ماهیچه توأم، نوعی ماهیچه اسکلتی است و تارهای گند آن، اغلب طی اکسایش پیرووات، تنفس هوازی دارند. این تارها، میوگلوبین (شبه هموگلوبین) زیادی دارند. / ج) نادرست است. ماهیچه دیافراگم اسکلتی است و تارهای آن، در آن بیشتر پیرووات‌ها الکترون دهی می‌کنند، یعنی بیشتر در تنفس هوازی شرکت دارد. این تارها، از نوع کند (قرمز) هستند که انرژی خود را سریع از دست نمی‌دهند. / د) درست است. ماهیچه شکمی، از نوع اسکلتی بوده و دو نوع تار دارد. تارهایی که اغلب پیرووات آن‌ها وارد واکنش کاهشی می‌شوند، تارهای سفید (تند) هستند که بیشتر تنفس بی‌هوازی انجام می‌دهند و مسئول انجام انقباضات سریع هستند.

۴-۴ نوکلئوتید سه‌فسفاته، همان ATP می‌باشد که در مرحله اول تنفس یا قندکافت مصرف می‌شود ولی تولید استیل کوآنزیم A مخصوص واکنش‌های مرحله دوم تنفسی یا تنفس هوازی می‌باشد (تنفس همواره دو مرحله دارد، مرحله اول هر نوع آن، قندکافت بی‌هوازی است ولی مرحله دوم می‌تواند هوازی یا بی‌هوازی (ادامه تخمیر) باشد).

تله‌های تستی گزینه (۱): مصرف FADH_2 در بخش هوازی تنفس یعنی در زنجیره انتقال الکترون صورت می‌گیرد. در بخش هوازی تنفس، هم تولید ATP اکسایشی در زنجیره و هم ATP پیش‌ساده‌ای در چرخه کربس صورت می‌گیرد. / گزینه (۲): مرحله اول تنفس همان قندکافت می‌باشد که مصرف ATP و تولید NADH به عنوان ناقل الکترونی دی‌نوکلئوتیدی در آن صورت می‌گیرد. / گزینه (۳): در چرخه کربس، تولید CO_2 به همراه مصرف دو نوع گیرنده الکترونی دی‌نوکلئوتیدی، یعنی NAD^+ و FAD صورت می‌گیرد.

۵-۴ همه موارد نادرست هستند. **تله‌های تستی** الف) نادرست است. در مرحله اول چرخه کربس، ماده چهارکربنی شروع‌کننده چرخه با استیل کوآنزیم A ترکیب می‌شود. طی این واکنش، ماده شش کربنی تولید شده و کوآنزیم A از چرخه خارج می‌شود تا به گروه استیل جدیدی متصل شود. این عمل در بستره راکیزه که دنا دار است رخ می‌دهد ولی قند شش کربنی دو فسفاته ایجاد نمی‌شود (این قند محصول مرحله اول قندکافت در ماده زمینه‌ای سیتوپلاسم است). / ب) نادرست است. در فضای بین دو غشای راکیزه، گروه کوآنزیم A نه مصرف و نه آزاد می‌شود. / ج) نادرست است. بازسازی کوآنزیم A در مرحله اول چرخه کربس و همراه با ترکیب $(\text{C}_2 + \text{C}_2)$ صورت می‌گیرد ولی آزاد شدن CO_2 همراه با تولید استیل کوآنزیم A (نه با مصرف کوآنزیم A) و مراحل ۲ و ۳ چرخه کربس صورت می‌گیرد (بخش محصور شده توسط غشای چین‌خورده راکیزه، همان بستره می‌باشد). / د) نادرست است. در بستره راکیزه، هم‌زمان با اکسایش پیرووات‌ها، ابتدا تولید CO_2 و ایجاد NADH و پروتون (H^+) انجام شده و سپس کوآنزیم A مصرف می‌شود.

۶-۲ وقتی صحبت از بخش هوازی تنفس می‌شود، منظور سؤال از اکسایش پیرووات به بعد در راکیزه یوکاریوت‌ها می‌باشد. در اکسایش پیرووات به ترتیب تولید CO_2 ، کاهش NAD^+ و تولید H^+ ، NADH، مصرف CoA و سپس در چرخه کربس، تولید NADH، CO_2 ، ATP و FADH_2 صورت می‌گیرد. در انتها نیز طی مرحله زنجیره انتقال الکترون، تولید آب و ATP اکسایشی انجام می‌شود.

نکته

در این سؤال دقت کنید که ATP اکسایشی در بخش هوازی تولید می‌شود (نه هیدرولیز) پس به ترتیب (ب ← الف ← د) صورت می‌گیرد.

ترتیب واکنش‌ها در تنفس یاخته‌ای هوازی

ایستگاه ۱

فصل پنجم

مرحله	ترتیب واکنش‌ها
قند کافت (بی‌هوازی)	<p>هیدرولیز ATP ← فسفات‌ها شدن گلوکز ← نصف شدن قند C_۶ ← فسفات‌ها شدن C_۳ ← تولید ATP و تولید پیرووات‌ها</p>
اکسایش پیرووات تا استیل CoA (هوازی)	<p>اکسایش پیرووات ← آزاد شدن CO_۲ ← تولید NADH ← تولید بنیان استیل ← مصرف CoA ← تولید استیل کوآنزیم A</p>
اکسایش استیل در چرخه کربس	<p>کتاب در مورد مرحله تولید ATP، NADH و FADH_۲ بحثی نکرده است و شما نیز نیازی به دانستن محل هر مرحله آن‌ها ندارید ولی مراحل ۲ و ۳ برای تولید CO_۲ و مرحله اول واکنش‌ها برای آزاد شدن CoA مهم است.</p>
زنجیره انتقال الکترون	<p>اکسایش NADH, H⁺ در پمپ اول ← اکسایش FADH_۲ در ناقل بین پمپ اول و دوم ← ورود الکترون از فعال شدن پمپ ۱ → فعال شدن پمپ ۲ → پمپ ۳ به بستره تولید ATP اکسایشی → انتشار تسهیل شده H⁺ → فعال شدن کانال H → تولید آب</p> <p>نکته: در تولید آب، ابتدا اکسیژن‌ها الکترون می‌گیرند و سپس یون اکسید O^{۲-} با پروتون‌ها ترکیب می‌شوند.</p> <p>نکته: تولید آب آخرین واکنش اعضای موجود در زنجیره انتقال الکترون است.</p> <p>نکته: تولید ATP اکسایشی در کانال H⁺ رخ می‌دهد که این کانال از اجزای زنجیره انتقال الکترون نمی‌باشد.</p>

B ۷ موارد الف)، ب) و ج) نادرست می‌باشند.

تله‌های تستی: منظور سؤال به‌طور واضح مولکول NADH, H⁺ می‌باشد. این مولکول در تخمیر الکی یا لاکتیکی پس از واکنش‌های قندکافت با اکسایش خود نقش الکترون‌دهی به یک ترکیب آلی دارد و به صورت NAD⁺ دوباره‌سازی می‌شود (نادرستی الف و ج). در مورد ج) دقت کنید که از هیدرولیز گلیکوزن، گلوکز حاصل می‌شود.

ب) نادرست است. NADH، ماده دی‌نوکلوئید با باز آلی آدنین دو حلقه‌ای می‌باشد. / د) درست است. NADH در تخمیر و تنفس هوازی، اکسایش می‌یابد با این تفاوت که الکترون‌های آن در تخمیر الکی و لاکتیکی صرف کاهش یک ماده آلی مثل پیرووات یا اتانال می‌شود ولی در بخش هوازی تنفس یعنی در انتهای زنجیره انتقال الکترون، سبب کاهش ماده معدنی اکسیژن برای تشکیل یون اکسید و تولید آب می‌شود.

C ۸ همه موارد نادرست می‌باشند. منظور سؤال رادیکال‌های آزاد می‌باشند.

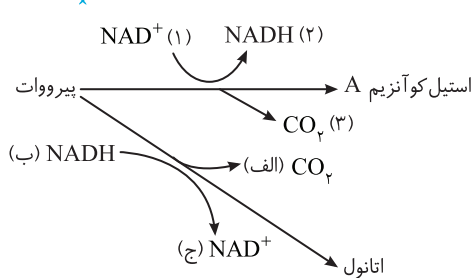
تله‌های تستی: الف) هر نوع ماده دارای بار الکتریکی، رادیکال آزاد نیست بلکه انواع دارای کمبود الکترون یا الکترون اضافی با قدرت واکنش‌دهی بالا، رادیکال آزاد هستند. از طرفی واکنش مواد رنگی مثل کاروتنوئید و آنتوسیانین با رادیکال‌های آزاد مانع تخریب مولکول‌های زیستی می‌شوند. / ب) رادیکال‌های آزاد از عوامل سرطان‌زا هستند که در اثر واکنش با بافت‌های بدن سبب تخریب آن‌ها نیز می‌شوند. / ج) آب در واکنش‌های تنفس هوازی از ترکیب یون اکسید O^{۲-} با دو پروتون ۲H⁺ ایجاد می‌شود که هیچ کدام رادیکال آزاد نیستند ولی اتم اکسیژن قدرت تبدیل شدن به رادیکال آزاد دارد. / د) مولکول O_۲ یا اکسیژن سرطان‌زا نمی‌باشد بلکه درصدی از آن‌ها در راکتور ممکن است ضمن جدا شدن اتم‌های آن از هم به رادیکال آزاد و ماده سرطان‌زا تبدیل شوند.

نکات رادیکال‌های آزاد

ایستگاه ۲

عواملی هستند که به علت داشتن الکترون‌های جفت نشده در ساختار خود، واکنش‌پذیری بالایی دارند.	تعریف رادیکال آزاد
رادیکال‌های آزاد می‌توانند با مولکول‌های تشکیل دهنده بافت‌های بدن واکنش دهند و به آن‌ها آسیب برسانند. رادیکال‌های آزاد از عوامل ایجاد سرطان هستند.	آسیب کلی در بدن
ترکیبات پاداکسنده مثل ترکیبات رنگی موجود در واکوئول‌ها (آنتوسیانین) و رنگ‌دسرها (کاروتنوئیدها) موجود در میوه‌ها و سبزیجات با رادیکال آزاد واکنش می‌دهند و مانع اثر تخریبی آن‌ها می‌شوند (آلکالوئیدها پاداکسنده نیستند).	عوامل مقابله کننده با رادیکال‌های آزاد
اگر سرعت تشکیل رادیکال‌های آزاد از سرعت مبارزه با آن‌ها بیشتر باشد، این رادیکال‌ها مثلاً در راکتورها جمع می‌شوند و سبب تخریب اندامک و یاخته می‌شوند.	تجمع رادیکال‌های آزاد
الکل - نقص ژنی	علل تجمع رادیکال آزاد در راکتور

<p>◀ الکل از یک طرف سرعت تشکیل رادیکال آزاد از اکسیژن را در راکیزه افزایش می‌دهد و از طرف دیگر مانع عمل راکیزه در خنثی کردن آن‌ها می‌شود.</p> <p>◀ رادیکال‌های آزاد به دناى راکیزه حمله کرده ← راکیزه و سپس یاخته را تخریب می‌کند ← بافت مردگی (نکروز کبدی) می‌دهد.</p> <p>◀ به همین دلیل نوشیدن زیاد مشروبات الکلی سبب اختلال در کار کبد می‌شود.</p>	<p>اثر الکل در تجمع رادیکال آزاد راکیزه</p>
<p>نقص در ژن سازنده پروتئین‌های زنجیره انتقال الکترون و ایجاد پروتئین معيوب سبب عدم قدرت خنثی‌سازی رادیکال‌های آزاد حاصل از اکسیژن توسط راکیزه می‌شود.</p>	<p>اثر نقص ژنی در رادیکال آزاد راکیزه</p>
<p>• مواد سمی زیادی هستند که یک یا چند واکنش تنفس هوازی را متوقف کرده و سبب مرگ می‌شوند.</p> <p>• واکنش نهایی مربوط به انتقال الکترون از پمپ سوم به O_p را مهار می‌کند و مانع تولید یون‌های اکسید O^{2-} می‌شود.</p> <p>• سبب توقف زنجیره انتقال الکترون و تولید آب و ATP اکسایشی می‌شود.</p> <p>• برخی ترکیبات سیانیدداری که گیاه می‌سازد، پس از تجزیه شدن و ایجاد سیانید، برای جانور گیاه‌خوار سمی می‌باشد.</p>	<p>عوامل توقف دهنده زنجیره انتقال الکترون</p> <p>(۱) مواد سمی</p> <p>(۲) گاز مونواکسید کربن (CO)</p>
<p>• با اتصال به جایگاه اکسیژن در مولکول هموگلوبین، ترکیب پایداری با این ماده می‌دهد.</p> <p>• اثر بر هموگلوبین</p> <p>• ظرفیت حمل O_p را در خون کاهش می‌دهد.</p> <p>• سبب اختلال در واکنش‌های تنفس یاخته‌ای هوازی می‌شود.</p> <p>• (ب) گاز مونواکسید کربن علاوه بر اثر بر هموگلوبین، می‌تواند سبب توقف واکنش مربوط به انتقال الکترون‌ها به اکسیژن شود و مانع ایجاد O^{2-} برای تشکیل آب شود.</p> <p>• دود سیگار و دود خارج شده از خودروها از منابع تولید مونواکسید کربن هستند.</p>	



۹ موارد سوم و چهارم صحیح می‌باشند. دقت کنید که واکنش پیرووات به استیل CoA، مربوط به تنفس **هوازی** است و ماده (۳) همان CO_p آزاد شده و تبدیل (۱) به (۲) به ترتیب همان NAD⁺ به NADH آزاد شده در این مرحله است ولی واکنش تبدیل پیرووات به اتانول، مربوط به تخمیر الکلی است که (الف) CO_p آزاد شده در مرحله اول پس از فندکافت است و (ب) و (ج) به ترتیب تبدیل NADH به NAD⁺ می‌باشد (NAD⁺ اصلاً اکسایش نمی‌یابد).

نکته
دقت کنید که در تنفس هوازی پیرووات اکسایش یافته و به NAD⁺ (۱) الکترون‌دهی می‌کند ولی در تنفس بی‌هوازی، پیرووات از NADH (ب) الکترون می‌گیرد (درستی عبارت آخر).

تله‌های تستی عبارت اول: نادرست است. تار ماهیچه‌ای قدرت تخمیر الکلی ندارد. / عبارت دوم: نادرست است. واکنش‌های تخمیری، فاقد زنجیره انتقال الکترون می‌باشند. / عبارت سوم: درست است. همراه با تولید NADH، همواره یک پروتون نیز آزاد می‌شود.

۱۰ **الف** مرحله ۲ تخمیر الکلی ← در عضلات انجام نمی‌شود.
ب مرحله ۲ و ۳ چرخه کربس ← در تنفس هوازی
ج مرحله تولید پیرووات به استیل کوآنزیم A ← در تنفس هوازی
د مرحله آخر تنفس نوری (در راکیزه) ← در فصل ۶ می‌خوانیم.

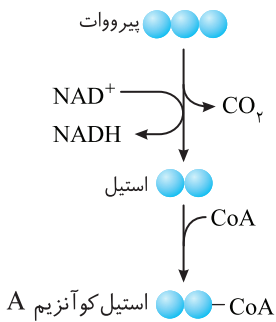
۱۱ **آ** سیانیدها همانند مونواکسید کربن مانع رسیدن الکترون‌های زنجیره انتقال الکترون راکیزه به **مولکول** اکسیژن می‌شوند که این عمل در اثر اختلال در فعالیت پمپ سوم زنجیره برای انتقال الکترون کم انرژی به اکسیژن صورت می‌گیرد. در این صورت احتمال ایجاد رادیکال آزاد از اکسیژن که یون‌هایی با الکترون‌های اضافی جفت نشده می‌باشند زیاد می‌شود.

تولید NADH از NAD⁺ یا برعکس که به ترتیب در گزینه (۱) و (۳) رخ می‌دهد در ایجاد یونی با الکترون اضافی نقشی ندارد و رادیکال آزاد ایجاد نمی‌کند.
 در مورد نادرستی گزینه (۴) دقت کنید که این دو ماده مانع رسیدن الکترون‌ها به **اکسیژن** می‌شوند و خودبه‌خود واکنش بعدی یعنی بین یون اکسید و پروتون‌ها نیز برای تولید آب برقرار نمی‌شود.

۱۲ **آ** دود سیگار و خودروها منبع تولید **مونواکسید کربن** می‌باشد. این ماده قدرت اتصال به گروه هم در جایگاه اتصال O_p دارد و مقدار O_p موجود در اتصال با گویچه قرمز را کاهش می‌دهد ولی در مقدار ۳٪ اکسیژن محلول در پلاسما بی‌تأثیر است.

تله‌های تستی گزینه (۱): سیانیدها **همانند** مونواکسید کربن می‌توانند واکنش انتقال الکترون به O_p را در تنفس هوازی متوقف کنند و از ایجاد O²⁻ جلوگیری می‌کنند در این صورت تولید آب نیز دچار اختلال می‌شود. / گزینه (۳): وقتی CO (مونواکسید کربن) در خون زیاد شود، مانع اتصال O_p کافی به هموگلوبین می‌شود. این موضوع سبب کاهش ظرفیت O_p خون شده و با کاهش مقدار تنفس هوازی، تولید ATP و CO_p نیز کاهش می‌یابد. / گزینه (۴): مونواکسید کربن و O_p، محل اتصال **یکسان و مشترک** در گروه‌های هم موجود در هموگلوبین دارند با این تفاوت که مونواکسید کربن اتصال پایدار ولی O_p اتصال برگشت‌پذیر دارد. (هموگلوبین در ساختار دوم خود حاوی رشته‌های مارپیچی می‌شود).

۱۳-۴ تولید CO_2 به همراه **تولید NADH** مخصوص مرحله تبدیل پیرووات به استیل در تنفس هوازی می‌باشد (نادرستی گزینه (۲) و (۳)). برای تبدیل پیرووات به استیل دو واکنش صورت می‌گیرد اولی آزاد شدن CO_2 به همراه تولید NADH و بنیان استیل. در واکنش بعد، ترکیب بنیان استیل با کوآنزیم A صورت گرفته و استیل کوآنزیم A ساخته می‌شود. پس از تولید استیل کوآنزیم A، گروه استیل برای اکسایش به واکنش‌های چرخه کربس وارد می‌شوند.



۱۴-۲ منظور سؤال عواملی هستند که سبب ایجاد شیب غلظت H^+ ، بین فضای بین دو غشای راکیزه با بستره این اندامک می‌شوند. می‌دانید که این شیب غلظت و فعالیت پمپ‌های پروتونی در اثر انرژی‌گیری از NADH و FADH_2 به دست می‌آید. این دو ماده هم در واکنش‌های قندکافت (با تولید NADH)، هم در اکسایش پیرووات و تبدیل به استیل کوآنزیم A (با تولید NADH) و هم در چرخه کربس با اکسایش استیل (برای تولید NADH و FADH_2) رخ می‌دهد. ولی گزینه (۲) درباره دوباره‌سازی NAD^+ در ماده زمینه‌ای سیتوپلاسم است که مربوط به تخمیر می‌باشد و ربطی به زنجیره انتقال الکترون ندارد.

۱۵-۳ اکسایش FADH_2 در زنجیره انتقال الکترون، توسط پروتئینی در مرحله دوم تنفس هوازی صورت می‌گیرد که در بین دو پمپ پروتونی اول و دوم قرار دارد. این واکنش قسمت انتهایی بخش هوازی تنفس می‌باشد. لازم به یادآوری است که هر نوع تنفس یاخته‌ای، دو مرحله دارد. مرحله اول قندکافت بوده ولی مرحله دوم تخمیر یا بخش هوازی تنفس می‌باشد.

تله‌های تستی گزینه (۱): دقت کنید که تشکیل استیل کوآنزیم A طی اکسایش پیرووات درون **راکیزه** انجام می‌شود ولی گویچه قرمز انسانی فاقد راکیزه، هسته و تنفس هوازی می‌باشد. / گزینه (۲): اکسایش NADH و تولید NAD^+ در مرحله دوم تخمیر و مرحله دوم تنفس هوازی دیده می‌شود. مرحله اول تخمیر که همان واکنش‌های قندکافت است، با تولید NADH می‌باشد. / گزینه (۴): دقت کنید که یاخته ماهیچه‌ای اسکلتی توانایی انجام دو نوع تنفس بی‌هوازی (تخمیر لاکتیکی) و هوازی دارد که در تخمیر لاکتیکی کاهش پیرووات دیده می‌شود ولی اکسایش پیرووات در تنفس هوازی آن رخ می‌دهد.

۱۶-۳ موارد (الف)، (ب) و (ج) به نادرستی تکمیل می‌کنند. ماهیچه توأم نوعی ماهیچه **اسکلتی** است که یاخته‌های چند هسته‌ای رشته‌ای شکل دارد. این ماهیچه با انقباض خود در برگرداندن خون سیاهرگ‌ها به دهلیز **راست** نقش دارد (نادرستی ب). ماهیچه‌های اسکلتی در هنگام ورزش فقط **تا چند دقیقه** قدرت تجزیه **هوازی** گلوکز و تولید FADH_2 دارند (نادرستی ج). این ماهیچه‌ها در شرایط کمبود O_2 به تخمیر لاکتیکی می‌پردازند که تجمع لاکتات سه کربنی سبب درد در ماهیچه می‌شود. این ماده شکل کاهش یافته پیرووات می‌باشد، پس عدد اکسایش کربن آن کمتر از پیرووات است (درستی د) ولی پس از ورزش با تجزیه **تدریجی** لاکتیک اسید، درد کاهش می‌یابد (فصل ۳ یازدهم) (نادرستی الف).

۱۷-۳ بالا بودن میزان بی‌کربنات خون، نشان دهنده فعالیت زیاد کربنیک‌انیدراز گویچه‌های قرمز در ترکیب CO_2 با آب بوده است. این حالت در هنگامی که مقدار CO_2 خون بالاست و در اثر تنفس هوازی رخ می‌دهد. در این حالت مقدار تولید ATP اکسایشی در زنجیره انتقال الکترون، تولید استیل کوآنزیم A، FADH_2 و یون H^+ (در اثر تجزیه اسیدکربنیک) بالا رفته است. در این حالت واکنش‌ها به سمت تخمیر لاکتیکی که پیرووات به ماده سه کربنی دیگری تبدیل می‌شود، نرفته‌اند **چون در تخمیر لاکتیکی تولید CO_2 و ازدیاد بی‌کربنات خون وجود ندارد.** (در ضمن مقدار تولید CO_2 در تنفس هوازی سه برابر تخمیر الکلی می‌باشد).

۱۸-۳ CO_2 و ATP محصولات مشترک تنفس هوازی و تخمیر الکلی می‌باشند که ATP در انتقال فعال مواد و CO_2 در ساخت مواد آلی فتوسنتزی نقش دارد. **تله‌های تستی** گزینه (۱): ATP محصول مشترک هر نوع تنفس یاخته‌ای می‌باشد که **اغلب** واکنش‌های انرژی‌خواه یاخته به مصرف آن متکی می‌باشد ولی برخی واکنش‌ها مثل انتقال فعال پروتون از پمپ‌های زنجیره انتقال الکترون راکیزه و سبزدیسه بدون صرف ATP، انرژی می‌گیرد (در حقیقت ATP، رایج‌ترین منبع انرژی یاخته است نه تنها منبع!). / گزینه (۲): ATP محصول مشترک تنفس هوازی و تخمیر لاکتیکی می‌باشد که به عمل کربنیک‌انیدراز و اشباع هموگلوبین ربطی ندارد. / گزینه (۴): محصول مشترک این دو تخمیر، ATP است ولی فرآورده‌های شیرینی و خیارشور فقط در اثر واکنش‌های تخمیری لاکتیکی ایجاد می‌شوند!

۱۹-۲ موارد (الف) و (ب) نادرست می‌باشند. هر یاخته ماهیچه اسکلتی، هم می‌تواند تنفس هوازی و هم می‌تواند تخمیر لاکتیکی داشته باشد. **تله‌های تستی** الف) نادرست است. هر یاخته ماهیچه اسکلتی، چند هسته‌ای می‌باشد که هر هسته آن دیپلوئید بوده و دو ژن برای ساخت یک رشته پلی‌پپتیدی خاص دارد. پس در یک یاخته بر حسب تعداد هسته، تعداد زیادی ژن وجود دارد. / ب) نادرست است. پمپ‌های زنجیره انتقال الکترون فقط در تنفس هوازی وجود دارد ولی در تخمیر لاکتیکی آن‌ها انجام نمی‌شود. / ج) درست است. مرحله بی‌هوازی تنفس، همان قندکافت می‌باشد که در مرحله اول هر نوع تنفس یاخته‌ای ایجاد می‌شود و بازده آن دو ATP در سطح پیش‌ماده است. / د) درست است. دوباره‌سازی NAD^+ در تخمیر لاکتیکی و تنفس هوازی به ترتیب در ماده زمینه‌ای سیتوپلاسم و غشای درونی راکیزه انجام می‌شود.

۲۰-۴ لاکتیک اسید حاصل از تخمیر لاکتیکی، سبب ترش شدن شیر شده که در تولید خیارشور هم کاربرد دارد. از طرفی عاملی که سبب ورآمدن خمیر نان می‌شود، CO_2 حاصل از تبدیل پیرووات به اتانال در تخمیر الکلی مخمر نان می‌باشد.

تله‌های تستی گزینه (۱): نادرست است. CO_2 در تخمیر لاکتیکی یاخته ماهیچه‌ای ایجاد نمی‌شود. / گزینه (۲): نادرست است. هم لاکتات به لاکتیک اسید می‌تواند تبدیل شود و هم CO_2 در اثر ترکیب با آب، توسط آنزیم کربنیک‌انیدراز می‌تواند به اسید کربنیک تبدیل شود. / گزینه (۳): نادرست است. CO_2 و تخمیر الکلی در تولید خیارشور نقشی ندارد. / گزینه (۴): درست است. تولید لاکتات از پیرووات هم‌زمان با دوباره‌سازی NAD^+ بوده است ولی تولید CO_2 که در اثر تبدیل پیرووات به اتانال ایجاد می‌شود با تولید NAD^+ همراه نیست و پیش از واکنش تولید این ماده رخ می‌دهد.