کاربرد متابولومیکس در پژوهش‌های متابولیسم فعالیت و روزشی:
مطالعه موروث

دکتر کیوان خرمی‌پور 1، دکتر عباسعلی کاکانی۱، دکتر کامیار گلیانی۲

۱) گروه فیزیولوژی و روزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم روزشی دانشگاه تهران، تهران، ایران
۲) مرکز بیولوژی تولید مثل زیست‌شناسی، دانشگاه تهران، بدنی دانشگاه تهران، دکتر عباسعلی کاکانی

چکیده
متابولومیکس سنجش جامع متابولیسم‌هایی که با وزن مولکولی کمتر از ۱۵۰ دالتوی است که در دهه‌های اخیر به‌سیار مورد توجه قرار گرفته است. متابولومیکس بطور خاص تغییرات بیوشیمیایی مانند آن خارجی سیستم‌ها و بررسی قرار می‌دهد که در وابستگی بین گروه‌های مختلف مربوط به میزان متابولیسم فعالیت و روزشی آغاز شد. از متابولومیکس تأثیر تغییرات متابولیسم در شرایط بینی استفاده شده است. هدف از این مطالعه توصیف تکنیک‌های متابولومیک و بررسی کاربرد آن در مطالعات متابولیسم فعالیت و روزشی و سپس موارد پژوهش‌های آن در جهان در سال ۲۰۲۰ تا پایان ۲۰۲۸ توسط پژوهندگان محترم مورد بررسی قرار گرفت. این مطالعه مربوط به تحقیق‌های شناسایی شناخته شده و تحلیل در دسته‌بندی‌های متابولیسم فعالیت و روزشی است. مطالعه در دسته‌بندی‌های متابولیسم فعالیت و روزشی ۲ مطالعه در دسته‌بندی‌های متابولیسم‌های فعالیت و روزشی کاران قرار گرفتند. بنابراین، در این مطالعات تغییرات یافته در شرایط و فعالیت متابولیسمی در افراد، انسان‌ها و افراد مبتلا به بیماری‌های مختلف مورد بررسی قرار گرفتند. از مطالعات آنها اطلاعات معتبر و مفیدی برای فهم مکانیسم‌های متابولیسمی و روزشی در اثر این بیماری‌ها ارائه می‌شود.

واژگان کلیدی: متابولومیکس، متابولومیکس، متابولیسم، NMR, MS

مقدمه
از دیدگاه برای مطالعه ناگهانی کوتاه مدت یک جلسه فعالیت و روزشی یا تأثیر درآمده‌ی یک دوره تمرین ورزشی بر متابولیسم، چند مطالعه‌ای عامل ترجمه‌ی یا پرتوکین با توجه به پیشینه‌ی پژوهش، انتخاب و تغییرات آنها در اثر انجام پروتکل فعالیت و روزشی شناسی انجام داده است. اما اگر که استفاده از چنین پروتکل‌ها برای آگاهی از مسیرهای فیزیولوژیکی در برخی موارد معنی‌داری ندارد، می‌تواند در برخی موارد اثرات ناشی از فعالیت و روزشی در کلیه‌ی مسیرهای متابولیسمی و همه متابولیسمها باشد. از مسیرهای متابولیسمی

درکی در فعالیت و روزشی قرار دارند و پیچیده‌سازی این مسیرها با به‌کارگیری متابولیکس، متابولیکس و پیچیده‌سازی برای یک بردین به‌کارگیری متابولیکس می‌باشد که وابسته به متابولیکس مسیرها (شناسایی شده و ناشناخته) در ارتباط با هم بررسی شود. ۳ ولی در روش‌های استفاده شده تا به امروز فقط مسیرهای مسیرها شناخته شده و یک چند متابولیت محدود از هر مسیر به طور همزمان قابل بررسی است. ۴-۴۹ تاکنون ۲۰۰۴ متابولیکس در مسیرهای متابولیکس انسان شناسایی شده ۱۰۰۰ از این در حالی است که روش‌های استفاده شده تا به امروز قادر به تشخیص مسیرهای همه یا این مسیرها در یک نمونه نیستند. از بیشتر روش‌های استفاده شده برای به‌کارگیری متابولیکس در برخی موارد معنی‌داری ندارد، می‌تواند در برخی موارد اثرات ناشی از فعالیت و روزشی در کلیه‌ی مسیرهای متابولیسمی و همه متابولیسمها باشد.
پیشگیری از ورود دیالیت اکثر ورزیگران و سلامتی روزانه آنها باید با استفاده از متابولومیک ثابت شود. این مطالعه در کشورهای مختلف سنجش گرفته شده است. 

برای ارتقاء هماهنگی با هم بررسی کرده و ریکارد هکساداتی برای استفاده در مراکز متابولومیک فعالیت ورزشی ارتقاء کرده و روشهای جامع و معکوس با نگاهی به تجزیه‌بندی و تجزیه‌بندی متابولوم، تعداد زیادی از متابولومیک‌ها صدها تا هزاران را، شناسایی و سنجش کند. قیمت‌سنجی و سنجش گرفته شده است. از این رو، متابولومیک نامیده می‌شود.

جدول 1- واضح همکاری استفاده در توصیف انواع مطالعات متابولومیک 

<table>
<thead>
<tr>
<th>تعیین متابولوم</th>
<th>فردی</th>
<th>کمیتی</th>
<th>زمانی</th>
<th>تکنولوژی</th>
<th>استفاده</th>
<th>فرآیند</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>متابولوماتونیک</td>
<td>ریپای</td>
<td>نهایت</td>
<td>محدود</td>
<td>ناباید</td>
<td>منطقه‌ای</td>
<td>الزامی</td>
</tr>
<tr>
<td>متابولوموتونیک</td>
<td>پروپاراپالونیک</td>
<td>بیانی</td>
<td>شرایط</td>
<td>بی‌نظیر</td>
<td>محدود</td>
<td>الزامی</td>
</tr>
</tbody>
</table>

\[†† \text{Metabolic profiling} †† \text{Exometabolomics} †† \text{Metabolic footprint} †† \text{Metabonomics} †† \text{Metabolomics} †† \text{Metabolome mapping} \]

†- Targeted
‡- Untargeted
همچنین در جدول ۲ مزایا و معایب روش‌های پرکاربرد متانولومیکس ارائه شده است.

جدول ۲- مزایا و معایب روش‌های پرکاربرد متانولومیکس

<table>
<thead>
<tr>
<th>معایب</th>
<th>مزایا</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>امنیت‌های متابولومیک</td>
<td>کمیت شناسایی</td>
</tr>
<tr>
<td>هزینه‌های متابولومیک</td>
<td>سریع‌تر</td>
</tr>
</tbody>
</table>

در این بین، متابولومیک چگالی و پژوهه‌های دارد، از البته برخلاف روشنی و پروتئین‌ها که عملکردشان به ترتیب به تغییرات آبی‌زیک و تعادل‌های پس ترجیحی و باعث از آن استایل متانولومیکها به محور مستقیم حاصل فعل و انفعالات بیوشیمی‌ای و با برانو واقعیت‌های ژنتیک و مطمئن‌ترین و سهل برای مطالعات طی فیزیولوژیک مستند.

排名第 ۱- جریان اطلاعات از ژن تا متابولیت و مطالعه آن‌ها به وسیله علم اویکس.

مناسب فراهم کننده با توجه به روشنی و تکنیک متابولومیک مناسب جهان از سال ۲۰۷۰ تا پایان ۲۰۱۸، ژن‌های جهان روند W2 و پرکاربرد ژن‌های بهره‌مندی متابولومیک و همچنین بررسی مطالعات انجام شده است. با وجود این، اکثر مراحل برای حرکت به بهره‌مندی و غیر هدف‌مند یکسان است. اولین گام جلو در علوم و هزینه‌های زیستی مورد مطالعه است. نمونه‌های زیستی باتوجه به نوع مداخله تسلیت و روند انجام پژوهشی متانولومیک تمام مطالعات متانولومیک که تاکنون در مرود فعالیت ورزشی انجام شده است از نوع غیر‌هسته‌می که بوده است و به‌منظور می‌رسد این نوع متابولومیک می‌تواند برای مطالعات تغییرات متابولیکی ناشی از فعالیت ورزشی اطلاعات بسیار
نقش آن‌ها در متابولیسم بررسی و تفسیر می‌شود. رونده کار مطالعات متابولیسم غیرهدرفند در شکل 2 توضیح داده شده است.

مواد و روش‌ها

مطالعات متابولیسم در این مطالعه مربوط به گونه‌ای کلید وظیفه‌ای زیر (اکلیسی و فارسی همگانی آنها در پایگاه‌های اطلاعاتی (کوگل اسکاین (19) و پاد (20) انتخاب شدند.

Exercise/exercise and nutrition and metabolomics/metabonomics (فعالیت و وزش و علوم و تغذیه و متابولیسم/متابولیسمی)

Sport/sport and nutrition and metabolomics/metabonomics (فعالیت و وزش و علوم و تغذیه و متابولیسم/متابولیسمی)

نقطه اصلی این مطالعه بدین می‌باشد که با استفاده از روش‌های رونده کار عناصر اصلی آنالیز آماری استفاده و برای تحلیل‌های آماری نیاز به روش‌های دیگری برخی پردازش‌های معقول عبارتند از تصحیح زاویه، تصحیح پایه انرژی سازی (31)، حفظ پیک آبی (32) و در بررسی مطالعه مربوط به این جامعه، می‌توان داشت که مثلاً مطالعات موجود در ژن‌شناسی و پس از آن آنالیز آماری انفجار داد یا آنکه این آنالیز آماری انجام داد به سبب نقض‌هایی در این مطالعه معتبر و با نگاه‌های مداوم به مطالعه NMR و روش کار عماره در انتخاب مطالعات متابولیسمی بود. مطمئنی در مطالعاتی که از فعالیت ورزشی در کار سایر تداخل‌های محیطی استفاده کرده بود نیز وارد مطالعه شد.

یافته‌ها

تجزیه و تحلیل داده شنایی می‌دهد. از منشور شدن اولین مطالعه دیابتی متابولیسم غیرهدرفند ورزشی در سال 2007 تا پایان سال 2018 در 43 مطالعه در هم‌ساخت مطالعات غیرهدرفند ورزشی انجام شده است. برای کمک به طبقه‌بندی مطالعات به 5 دسته تقسیم شدند:

1. تغذیه ورزشی (فعالیت و وزش و علوم و تغذیه و متابولیسم/متابولیسمی)
2. پاسخ‌های متابولیسم غیرهدرفند ورزشی (فعالیت و وزش و علوم و تغذیه و متابولیسمی)
3. پاسخ‌های متابولیسم غیرهدرفند ورزشی (فعالیت و وزش و علوم و تغذیه و متابولیسمی)
4. پاسخ‌های متابولیسم غیرهدرفند ورزشی (فعالیت و وزش و علوم و تغذیه و متابولیسمی)
5. پاسخ‌های متابولیسم غیرهدرفند ورزشی (فعالیت و وزش و علوم و تغذیه و متابولیسمی)

xiii -Google scholar
xiv -Pubmed

Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir at 15:58 +0430 on Wednesday June 10th 2020
شکل ۲-روند مطالعات متابولومیکس غیرمدفون.
بی‌خ مطالعه 24 متابولیت که تغییرات معنادار داشتند با استفاده از GC/TOFMS شناسایی شدند. از این بین، کلیرکول و آسیابزین به‌عنوان بیمارک شناسایی شدند و پژوهشگران نتیجه گرفتند که استفاده از متابولومیکس، تحلیل و تفسیر داده‌های حاصل از تفاعلات متابولیکی ناشی از فعالیت ورزشی را آسان‌تر می‌کند. همچنین، این نوع مطالعات باعث افزایش درک سیستمی قیزومتری فعالیت ورزشی می‌شود. ضمناً کلیه تغییرات معناداری از انتقال ورزشی که می‌تواند در فیزیولوژی و متابولیسم رخ دهد بررسی شده و درک یکپارچه‌ای حاصل می‌گردد. بنابراین، پس از انتشار این پژوهش، توجهها به استفاده از متابولومیکس در مطالعات علمی ورزشی ورزشی جلب شد. در این میان پژوهشگران فعال در حوزه‌ی تغذیه و ورزشی تایید بیشتری به استفاده از متابولومیکس نشان دادند به‌طوری که این مطالعات حوزه‌ی در سال 2009 به‌چنین شکلی در دو اینم تغییرات آزمودن‌ها در حالت ناشتا در آزمایشگاه حرفه‌ای روبیک

بحث

هدف از این مطالعه، معرفی تکنولوژی متابولومیکس و کاربرد آن در فعالیت ورزشی و تیز بررسی روند مطالعاتی آن از سال 2007 تا پایان سال 2018 بود. در بخش‌های پیشین، متابولومیکس بطور کامل معرفی و روند مطالعات آن بررسی شد. در این بخش، جهت شناخت بیشتر مسیر پیشرفت این تکنولوژی چیدید، روند مطالعات به ترتیب سال چاپ مقالات بررسی می‌شود. جزئیات پژوهش‌های انجام شده در جدول 3 آورده شده و در ادامه نیز به اختصار برخی از مهم‌ترین پژوهش‌ها به بیان کشته‌شده است.

استفاده از روش‌های متابولومیک از سال 2007 با مطالعه‌ی پیوپان و همکارانش آغاز شد. در این مطالعه 24 مورد سالم و فعال، 90 دقیقه فعالیت کارسنج دستی انجام دادند. این 90 دقیقه به صورت 9 و 10 دقیقه‌ای انجام شد. 10 دقیقه‌ای مورد سالم و 10 دقیقه‌ای مورد فعال در هر 10 دقیقه به شرح زیر بود: 6 دقیقه‌ها با 60 و 2 دقیقه با 80 درصد. VO2max

i -Gas chromatography time-of-flight mass spectrometry
ii -Gas chromatography time-of-flight mass spectrometry
iii -Rowing

Pohjanen et al
مجله علمی فیزیولوژی و بیولوژی انسان
دوره دوم و چهارم - شماره ۳ - تیر ۱۳۹۸

را با شدت ۲۰ درصد سخت نانوتی اینجام دادند. در ساعت اولین پس از اتمام تمرین، آزمودنی‌ها ۴ کرم

جدول ۳: خلاصه پژوهش‌های انجام شده از سال ۲۰۰۷ تا ۲۰۱۸

<table>
<thead>
<tr>
<th>نوع منابع</th>
<th>شماره</th>
<th>سال</th>
<th>برونشل</th>
<th>آزمودنی‌ها</th>
<th>برونشل</th>
<th>پرونکل</th>
<th>تاریخ</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>NMR کونامید</td>
<td>۲۰۰۷</td>
<td>۲۰۱۷</td>
<td>برونشل</td>
<td>پلن‌سی</td>
<td>۲۰۸۰</td>
<td>برونشل</td>
<td>پلن‌سی</td>
</tr>
<tr>
<td>NMR کونامید</td>
<td>۲۰۰۸</td>
<td>۲۰۱۸</td>
<td>برونشل</td>
<td>پلن‌سی</td>
<td>۲۰۸۰</td>
<td>برونشل</td>
<td>پلن‌سی</td>
</tr>
<tr>
<td>NMR کونامید</td>
<td>۲۰۰۹</td>
<td>۲۰۱۹</td>
<td>برونشل</td>
<td>پلن‌سی</td>
<td>۲۰۸۰</td>
<td>برونشل</td>
<td>پلن‌سی</td>
</tr>
<tr>
<td>NMR کونامید</td>
<td>۲۰۱۰</td>
<td>۲۰۲۰</td>
<td>برونشل</td>
<td>پلن‌سی</td>
<td>۲۰۸۰</td>
<td>برونشل</td>
<td>پلن‌سی</td>
</tr>
<tr>
<td>NMR کونامید</td>
<td>۲۰۱۱</td>
<td>۲۰۲۱</td>
<td>برونشل</td>
<td>پلن‌سی</td>
<td>۲۰۸۰</td>
<td>برونشل</td>
<td>پلن‌سی</td>
</tr>
<tr>
<td>NMR کونامید</td>
<td>۲۰۱۲</td>
<td>۲۰۲۲</td>
<td>برونشل</td>
<td>پلن‌سی</td>
<td>۲۰۸۰</td>
<td>برونشل</td>
<td>پلن‌سی</td>
</tr>
<tr>
<td>NMR کونامید</td>
<td>۲۰۱۳</td>
<td>۲۰۲۳</td>
<td>برونشل</td>
<td>پلن‌سی</td>
<td>۲۰۸۰</td>
<td>برونشل</td>
<td>پلن‌سی</td>
</tr>
<tr>
<td>NMR کونامید</td>
<td>۲۰۱۴</td>
<td>۲۰۲۴</td>
<td>برونشل</td>
<td>پلن‌سی</td>
<td>۲۰۸۰</td>
<td>برونشل</td>
<td>پلن‌سی</td>
</tr>
<tr>
<td>NMR کونامید</td>
<td>۲۰۱۵</td>
<td>۲۰۲۵</td>
<td>برونشل</td>
<td>پلن‌سی</td>
<td>۲۰۸۰</td>
<td>برونشل</td>
<td>پلن‌سی</td>
</tr>
<tr>
<td>NMR کونامید</td>
<td>۲۰۱۶</td>
<td>۲۰۲۶</td>
<td>برونشل</td>
<td>پلن‌سی</td>
<td>۲۰۸۰</td>
<td>برونشل</td>
<td>پلن‌سی</td>
</tr>
<tr>
<td>NMR کونامید</td>
<td>۲۰۱۷</td>
<td>۲۰۲۷</td>
<td>برونشل</td>
<td>پلن‌سی</td>
<td>۲۰۸۰</td>
<td>برونشل</td>
<td>پلن‌سی</td>
</tr>
<tr>
<td>NMR کونامید</td>
<td>۲۰۱۸</td>
<td>۲۰۲۸</td>
<td>برونشل</td>
<td>پلن‌سی</td>
<td>۲۰۸۰</td>
<td>برونشل</td>
<td>پلن‌سی</td>
</tr>
</tbody>
</table>

کربوهیدرات به ازای هر کیلوگرم توده بدن دریافت کردن.
جدول 3- خلاصهی پژوهش‌های انجام شده از سال 2007 تا آن 2018

<table>
<thead>
<tr>
<th>بلندیمدت</th>
<th>بازیگر</th>
<th>GC - MS and LC - MS</th>
<th>H-NMR</th>
<th>HM-NMR</th>
<th>UPLC-MS</th>
<th>UPLC-MS/MS</th>
<th>UPLC-MS/MS</th>
<th>LC-MS</th>
<th>تیمین و همکاران</th>
<th>تیمین و همکاران</th>
<th>تیمین و همکاران</th>
<th>تیمین و همکاران</th>
<th>تیمین و همکاران</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>میلانوس و همکاران</td>
<td>2016</td>
<td>14</td>
<td>2017</td>
<td>37</td>
<td>آزمونی</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>هومکاسن</td>
<td>2013</td>
<td>30</td>
<td>2012</td>
<td>36</td>
<td>دوچرخه‌سوار</td>
<td>بتا کیا</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>میلانوس و همکاران</td>
<td>2014</td>
<td>30</td>
<td>2012</td>
<td>36</td>
<td>دوچرخه‌سوار</td>
<td>بتا کیا</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>میلانوس و همکاران</td>
<td>2014</td>
<td>30</td>
<td>2012</td>
<td>36</td>
<td>دوچرخه‌سوار</td>
<td>بتا کیا</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>میلانوس و همکاران</td>
<td>2014</td>
<td>30</td>
<td>2012</td>
<td>36</td>
<td>دوچرخه‌سوار</td>
<td>بتا کیا</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>میلانوس و همکاران</td>
<td>2014</td>
<td>30</td>
<td>2012</td>
<td>36</td>
<td>دوچرخه‌سوار</td>
<td>بتا کیا</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>میلانوس و همکاران</td>
<td>2014</td>
<td>30</td>
<td>2012</td>
<td>36</td>
<td>دوچرخه‌سوار</td>
<td>بتا کیا</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>میلانوس و همکاران</td>
<td>2014</td>
<td>30</td>
<td>2012</td>
<td>36</td>
<td>دوچرخه‌سوار</td>
<td>بتا کیا</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>میلانوس و همکاران</td>
<td>2014</td>
<td>30</td>
<td>2012</td>
<td>36</td>
<td>دوچرخه‌سوار</td>
<td>بتا کیا</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>میلانوس و همکاران</td>
<td>2014</td>
<td>30</td>
<td>2012</td>
<td>36</td>
<td>دوچرخه‌سوار</td>
<td>بتا کیا</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>میلانوس و همکاران</td>
<td>2014</td>
<td>30</td>
<td>2012</td>
<td>36</td>
<td>دوچرخه‌سوار</td>
<td>بتا کیا</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>میلانوس و همکاران</td>
<td>2014</td>
<td>30</td>
<td>2012</td>
<td>36</td>
<td>دوچرخه‌سوار</td>
<td>بتا کیا</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>میلانوس و همکاران</td>
<td>2014</td>
<td>30</td>
<td>2012</td>
<td>36</td>
<td>دوچرخه‌سوار</td>
<td>بتا کیا</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>میلانوس و همکاران</td>
<td>2014</td>
<td>30</td>
<td>2012</td>
<td>36</td>
<td>دوچرخه‌سوار</td>
<td>بتا کیا</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>میلانوس و همکاران</td>
<td>2014</td>
<td>30</td>
<td>2012</td>
<td>36</td>
<td>دوچرخه‌سوار</td>
<td>بتا کیا</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>میلانوس و همکاران</td>
<td>2014</td>
<td>30</td>
<td>2012</td>
<td>36</td>
<td>دوچرخه‌سوار</td>
<td>بتا کیا</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>میلانوس و همکاران</td>
<td>2014</td>
<td>30</td>
<td>2012</td>
<td>36</td>
<td>دوچرخه‌سوار</td>
<td>بتا کیا</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>میلانوس و همکاران</td>
<td>2014</td>
<td>30</td>
<td>2012</td>
<td>36</td>
<td>دوچرخه‌سوار</td>
<td>بتا کیا</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>میلانوس و همکاران</td>
<td>2014</td>
<td>30</td>
<td>2012</td>
<td>36</td>
<td>دوچرخه‌سوار</td>
<td>بتا کیا</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>میلانوس و همکاران</td>
<td>2014</td>
<td>30</td>
<td>2012</td>
<td>36</td>
<td>دوچرخه‌سوار</td>
<td>بتا کیا</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>میلانوس و همکاران</td>
<td>2014</td>
<td>30</td>
<td>2012</td>
<td>36</td>
<td>دوچرخه‌سوار</td>
<td>بتا کیا</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>میلانوس و همکاران</td>
<td>2014</td>
<td>30</td>
<td>2012</td>
<td>36</td>
<td>دوچرخه‌سوار</td>
<td>بتا کیا</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>میلانوس و همکاران</td>
<td>2014</td>
<td>30</td>
<td>2012</td>
<td>36</td>
<td>دوچرخه‌سوار</td>
<td>بتا کیا</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>میلانوس و همکاران</td>
<td>2014</td>
<td>30</td>
<td>2012</td>
<td>36</td>
<td>دوچرخه‌سوار</td>
<td>بتا کیا</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>میلانوس و همکاران</td>
<td>2014</td>
<td>30</td>
<td>2012</td>
<td>36</td>
<td>دوچرخه‌سوار</td>
<td>بتا کیا</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>میلانوس و همکاران</td>
<td>2014</td>
<td>30</td>
<td>2012</td>
<td>36</td>
<td>دوچرخه‌سوار</td>
<td>بتا کیا</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>میلانوس و همکاران</td>
<td>2014</td>
<td>30</td>
<td>2012</td>
<td>36</td>
<td>دوچرخه‌سوار</td>
<td>بتا کیا</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>میلانوس و همکاران</td>
<td>2014</td>
<td>30</td>
<td>2012</td>
<td>36</td>
<td>دوچرخه‌سوار</td>
<td>بتا کیا</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>میلانوس و همکاران</td>
<td>2014</td>
<td>30</td>
<td>2012</td>
<td>36</td>
<td>دوچرخه‌سوار</td>
<td>بتا کیا</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>میلانوس و همکاران</td>
<td>2014</td>
<td>30</td>
<td>2012</td>
<td>36</td>
<td>دوچرخه‌سوار</td>
<td>بتا کیا</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>میلانوس و همکاران</td>
<td>2014</td>
<td>30</td>
<td>2012</td>
<td>36</td>
<td>دوچرخه‌سوار</td>
<td>بتا کیا</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>میلانوس و همکاران</td>
<td>2014</td>
<td>30</td>
<td>2012</td>
<td>36</td>
<td>دوچرخه‌سوار</td>
<td>بتا کیا</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>میلانوس و همکاران</td>
<td>2014</td>
<td>30</td>
<td>2012</td>
<td>36</td>
<td>دوچرخه‌سوار</td>
<td>بتا کیا</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
</tbody>
</table>
جدول 3- خلاصه پژوهش‌های انجام شده از سال 2007 تا آخر 2018

<table>
<thead>
<tr>
<th>اجرای</th>
<th>کوتامیدت</th>
<th>LC-MS/MS</th>
<th>GC-MS</th>
<th>H NMR</th>
<th>UPLC-MS/MS</th>
<th>UPLC-MS</th>
<th>UPLC-MS/MS</th>
<th>GC-MS</th>
<th>UPLC-MS/MS</th>
<th>UPLC-MS</th>
<th>MS/MS</th>
<th>MS/MS</th>
<th>LC ESI-qTOF-MS</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>موش و همگرگان</td>
<td>30</td>
<td>60</td>
<td>0</td>
<td>0</td>
<td>0</td>
<td>0</td>
<td>0</td>
<td>0</td>
<td>0</td>
<td>0</td>
<td>0</td>
<td>0</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>دننده و همکارگان</td>
<td>7</td>
<td>6</td>
<td>0</td>
<td>0</td>
<td>0</td>
<td>0</td>
<td>0</td>
<td>0</td>
<td>0</td>
<td>0</td>
<td>0</td>
<td>0</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>0.2</td>
<td>0.1</td>
<td>0.2</td>
<td>0.1</td>
<td>0.2</td>
<td>0.1</td>
<td>0.2</td>
<td>0.1</td>
<td>0.2</td>
<td>0.1</td>
<td>0.2</td>
<td>0.1</td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
</tbody>
</table>

* جدول 3: خلاصه پژوهش‌های انجام شده از سال 2007 تا آخر 2018

دانشجویان در ارائه نتایج اشرافی، آزمون‌های آزمایشگری و ارزیابی مشاهده نشده‌اند.

**متن‌چسب**

- Enea et al

- GC/TOFMS

- قطعات به‌عنوان گلگیری در دو هبه (بلافاصله بعد از اتمام تمرین) و توسط آزمودنی‌ها مصرف شد. نمونه‌های خونی پیش از تمرین و بلافاصله پس از آن و نیز 120 و 180 دقیقه پس از تمرین جمع‌آوری گردید. پژوهشگران در این مطالعه تولیدگذاری آنتی‌بیوتیک‌های ممکن با متابولیسم گلگیر در دو هبه و همچنین درری متابولیسم‌های دیگر را با کمک شناسایی کند. با این‌که GC/TOFMS

- منبع از ارائه شرکت‌های رویداد و روند‌های مشابه. 7 منبع از ارائه شرکت‌های رویداد غیررژیک می‌باشد.

- منبع از ارائه شرکت‌های رویداد و روند‌های مشابه. 7 منبع از ارائه شرکت‌های رویداد غیررژیک می‌باشد.
VO2max

VO2max

Resende et al

-Resende et al

-ketogenesis

iv -Neiman et al

v- ketogenesis

i-Sportomics

Dr Cameron

Dr Cameron

-Dr Cameron


References


Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir at 15:58 +0430 on Wednesday June 10th 2020


Review Article

Metabolomics Application in Exercise Metabolism Research: A Review Study

Khoramipour K1, Gaeini AA1, Gilany K2

1 Exercise Physiology Department, Faculty of Physical Education and Sport Science, University of Tehran, Tehran, Iran. 2Reproductive Biotechnology Research Center, Academic Center for Education, Culture and Research, Avicenna Research Institute, Tehran, I.R. Iran.

e-mail: aagaeini@ut.ac.ir

Received: 16/02/2019 Accepted: 11/08/2019

Abstract

Metabolomics, is a comprehensive measure of small metabolites (<1500 Da), which has attracted enormous attention in the last two decades. Metabolomics, in particular investigates unique biochemical fingerprints left behind by specific cellular processes, which represent the metabolic status. Exercise metabolism researchers have started to use this method since 2007. Metabolomics has been used to study the metabolic response to exercise, supplementation and exercise, sport performance and exercise effects in clinical situation. The purpose of this study was to describe metabolomics and its application in exercise metabolism research and to review research literature (from 2007 to the end of 2018). To this end, to facilitate the analysis, Google Scholar and PubMed databases were searched without date restriction. 58 valid studies were identified and divided into 5 groups, as follows: Metabolic response to exercise (27 studies), exercise nutrition (15 studies), sport performance (7 studies), clinical exercise studies (7 studies) and compare athletes metabolome (2 studies). Due to its high capacity, metabolomics can provide a suitable approach for exercise metabolism studies. On the other hand, because metabolites are the end point of physiological pathways, they can provide more reliable and useful information.

Keywords: Metabonomics, Metabolomics, Metabolite, NMR, MS