



دوپینگ و مکمل‌ها

جعفر صادق محمدزاده

کارشناس ارشد تربیت بدنی، دبیر ورزش منطقه هریس (آذربایجان شرقی)



مقدمه

استفاده کردند، ولی به‌طور رسمی در دهه ۱۹۵۰ در محافل ورزشی استفاده شد. به‌طور مثال: در المپیک ۱۹۶۰ رم، یک دوچرخه‌سوار دانمارکی به دلیل مصرف بیش از حد آمفتامین‌ها فوت کرد و موارد مشابه دیگری نیز وجود دارد و به مرور زمان، بر انواع و شیوه‌های مصرف این مواد افزوده شد.

قهرمان شدن و کسب مقام به هر شکلی، روحیه و اخلاق پهلوانی و ورزشی را تحت تأثیر قرار داده، تا جایی که عده‌ای برای رسیدن به مدال دست به هر کاری هرچند غیر اخلاقی می‌زنند که نمونه بارز آن دوپینگ است. دوپینگ جدا از تأثیراتی که بر ورزش می‌گذارد، صدمات و آسیب‌های جبران‌ناپذیر جسمی به فرد وارد می‌کند که لزوم آشنایی با پدیده دوپینگ را هرچه بیشتر آشکار می‌سازد. از طرفی استفاده بی‌رویه از مکمل‌ها، مرز تفکیک ناپذیری بین مقوله دوپینگ و مکمل‌ها به‌وجود می‌آورد که جداسازی این دو پدیده را از همدیگر لازم و ضروری می‌کند.

دسته‌بندی مواد دوپینگی در ۶ دسته کلی عبارت است از:

۱. دوپینگ دارویی مانند: آمفتامین‌ها
 ۲. دوپینگ هورمونی مانند: استروئیدهای آنابولیکی
 ۳. دوپینگ فیزیولوژیکی مانند: بی‌کربنات‌ها
 ۴. دوپینگ تغذیه‌ای مانند: کارنیتین ۵
 ۵. دوپینگ روانشناختی مانند: هیپنوتیزم
 ۶. دوپینگ مکانیکی مانند: تجهیزات محیط
- نوع دیگری از طبقه‌بندی مواد دوپینگی براساس عملکرد آن‌ها، عبارت است از:

- افزایش دهنده‌های عملکرد تار عضلانی: استروئیدهای آنابولیکی، هورمون رشد و مواد پروتئینی
- افزایش دهنده‌های عملکرد قلبی عروقی: الکل،

- آمفتامین‌ها، کافئین، کوکائین
- بازدارنده‌های سیستم عصبی مرکزی: استروئیدهای آنابولیکی، آمفتامین‌ها
- موادی که در شروع خستگی تأخیر ایجاد می‌کنند: آمفتامین‌ها، اسپاراتات، بارگیری بی‌کربنات، سولفات‌ها و فسفات‌ها
- عوامل مکانیکی خارجی: کاهش مقاومت هوا و آب
- موادی که در عملکرد عمومی عضله تأثیر گذارند: اسیدهای چرب و ویتامین‌ها

کلیدواژه‌ها: دوپینگ، مکمل‌ها و مواد هورمونی

تعریف واژه دوپینگ

هرگونه ماده یا روش غیرمجازی که عملکرد ورزشی فرد را بهبود ببخشد و محدودیت‌های او را کاهش دهد، دوپینگ می‌نامند. دلایل مختلفی برای روی آوردن به آن وجود دارد که بعضی از آن‌ها عبارتند از:

۱. پیروزی همه چیز است
 ۲. با استفاده از این مواد، رقابت‌کننده قوی می‌شود
 ۳. فشار مربیان، والدین و همسالان
 ۴. انتظارات و گرایش‌های جامعه
 ۵. تأثیرات رسانه‌ها
 ۶. پاداش‌های بالا
 ۷. سستی روحیه پهلوانی و اخلاق ورزشی
- سابقه استفاده از مواد دوپینگی به سال‌های دور برمی‌گردد. اولین بار یونانی‌ها این مواد را تولید و از آن

- افزایش دهنده‌های سطح اکسیژن: دوپینگ خون
- افزایش یا کاهش دهنده‌های وزن: دیوروتیک‌ها و آنابولیک‌ها.

آژانس جهانی مبارزه با دوپینگ (WADA) دو شاخص عمده را برای قرار گرفتن داروها و محرک‌های دیگر در فهرست ممنوعه تعریف کرده است، که به قرار ذیل هستند:

۱. ماده مورد نظر موجب ارتقاء عملکرد ورزشکار شود و استفاده از آن خطراتی را برای سلامتی ورزشکار ایجاد کند که این امر با روح ورزش ناسازگار است.

۲. از لحاظ اجتماعی نامناسب باشد، مانند: مواد مخدر و...

مواد دوپینگی براساس فهرست WADA در

سال ۲۰۰۹ به شرح ذیل است:

مواد آنابولیک

معمولاً این گروه از موادی تشکیل شده‌اند که شاخص‌ترین آن استروئیدها (تستوسترون، آندروژن‌ها) هستند که اسامی تجاری آن‌ها عبارتند از: آدروید، دیانابول، دکادربولین، ماکسی پولین، ناپلوار، وینسترول و... این مواد ظاهراً سبب افزایش قدرت و توده عضلانی می‌شود و متأسفانه، شیوع استفاده از آن بین جوانان و در کلپ‌های بدنسازی بسیار بالاست. استفاده طولانی از این مواد عوارضی مثل اختلالات کبدی، کاهش اندازه و عمل بیضه‌ها، کاهش تولید اسپرم و در نهایت عقیم شدن و... را به همراه دارند.

مواد هورمونی

۱. اریتروپویتین: هورمونی است که با نام‌های ایپوزن، پروکریک، اریتروپویتین آلفا و EPO شناخته می‌شود که هنگام کمبود اکسیژن به درون جریان خون وارد می‌شود و میزان تولید گلبول‌های قرمز را افزایش می‌دهد. داروهای غیرمجازی که اثری شبیه اریتروپویتین دارند عبارتند از: داینیو، ریپوکسیژن، آرانسپ، اینترلوکین ۳ و... از اثرات جانبی این مواد می‌توان به: خارش پوست، جوش، تب، استفراغ، تخریب کلیه، ترمبوز، فشارخون بالا، لخته شدن خون و... اشاره کرد.

۲. هورمون رشد (سوماتوتروپین): نوعی هورمون پلی‌پپتیدی است که از قسمت قدامی غده هیپوفیز بدن ترشح می‌شود و مسئول کنترل سنتز پروتئین عضله و رشد و نمو طولانی مدت استخوان‌ها است. عواقب متابولیکی این هورمون عبارت است از: افزایش گیرنده‌های سلولی آمینواسیدها، افزایش سنتز پروتئین در عضله و کبد، تحریک جذب گلوکز عضله، تجزیه

تری‌گلیسریدها و انتقال اسیدهای چرب آزاد، افزایش حساسیت به اثرات آدرنالین و نورآدرنالین.

مصرف بی‌رویه این هورمون تورم بافت‌ها، پرمویی، افزایش میزان عرق، آرتریت، کاهش تحریک جنسی، میوپاتی (تخریب بافت عضلانی)، رشد غیرطبیعی اعضا و...

۳. گنادوتروپین‌ها: این هورمون‌ها در مردان موجب تحریک بیضه‌ها و تولید سریع تستوسترون می‌شود و به نوعی تأثیرات دوپینگی استروئیدها و همچنین عوارض جانبی آن‌ها را دارد.

۴. انسولین: ماده‌ای است که باعث کاهش قندخون و افزایش مصرف قند توسط بافت‌های عضلانی می‌شود. از مهم‌ترین اعمال متابولیکی آن می‌توان به سوخت و ساز کربوهیدرات‌ها و پروتئین‌ها اشاره کرد.

از اثرات جانبی استفاده از انسولین می‌توان به لرزش دست، عرق کردن، اضطراب، هایپوترمی، هایپوگلیسمی (کاهش قندخون)، گیجی و... اشاره کرد.

۵. کورتیکوتروپین‌ها: هورمون‌هایی هستند که ترشح کورتیکواستروئیدها (کورتیزول) را در خون بالا می‌برد و اثرات ضدالتهابی دارد. مصرف کوتاه‌مدت آن باعث ایجاد برانگیختگی کاذب می‌شود و مصرف طولانی مدت آن عوارضی چون پوکی استخوان و نرم و ضعیف شدن تاندون‌ها و لیگامنت‌ها را در پی دارد. طبقه‌بندی دیگر مواد دوپینگی به شرح ذیل است:

دوپینگ جدا از تأثیراتی که بر ورزش می‌گذارد، صدمات و آسیب‌های جبران‌ناپذیر جسمی به فرد وارد می‌کند که لزوم آشنایی با پدیده دوپینگ را هرچه بیشتر آشکار می‌سازد

بتا ۲ - آگونیست‌ها

بتا ۲ - آگونیست‌ها: محرک‌هایی قوی هستند که می‌توانند آثار بسیار قوی آنابولیکی را از خود نشان دهند. مصرف این مواد در انسان سبب افزایش چربی‌سوزی می‌شود. از این گروه مواد می‌توان به: فورموتول، سالبوتامول (آلبوتول، بوتول)، سالمترول، تربوتالین اشاره کرد. مصرف بالای ۱۰۰۰ نانوگرم در هر میلی‌لیتر، غیرمجاز شناخته می‌شود. اثرات جانبی این مواد عبارتند از: افزایش ضربان قلب، پرتپشی قلب، رعشه و ضعف بنیة بدنی.

مدرها (دیوروتیک‌ها) و عوامل پاک‌کننده

مدرها یا ادرارآورها موادی هستند که از قدیم به شکل گیاهی همچون رازیانه، مارچوبه و بابونه استفاده می‌شوند. این مواد از طریق کلیه‌ها به حذف آب و مواد معدنی کمک می‌کنند که به کاهش حجم مایع برون سلولی منجر می‌شود. مدرها برای رقیق‌سازی ادرار، مخفی کردن عوامل دوپینگی

گلو کور تیکواستر وئیدها

این مواد عمدتاً به عنوان مواد ضدالتهابی مطرح هستند که در پزشکی به منظور درمان تورم و التهاب به کار برده می‌شوند و در ورزش نوعی سرخوشی و نشاط کاذب ایجاد می‌کنند. اثرات جانبی این مواد عبارتند از اختلالات الکترولیتی، افزایش حساسیت به عفونت، تأخیر در بهبود زخم‌ها، پوکی استخوان، آتروفی عضلانی و...

قوانین و مجازات‌های دوپینگ

در صورت دوپینگی شناخته شدن، ورزشکار مرتبه اول به ۲ تا ۴ سال تعلیق از مسابقات محکوم می‌شود و در مرتبه دوم مادام‌العمر از فعالیت‌های ورزشی محروم می‌شود.



و کاهش آب اضافی در فضای برون سلولی استفاده می‌شود و معمولاً ورزشکارانی، از آن استفاده می‌کنند که قصد دارند در یک رده وزنی پایین‌تر رقابت کنند. موادی مانند: آمیلورید، تریامترون، اسپیرونولاکتون، تیاسیدها، بوتومدیون از این دسته به شمار می‌آیند. اثرات جانبی این مواد عبارتند از کاهش سدیم، پتاسیم، کلر، منیزیم، افزایش اسیداوریک و واکنش‌های آلرژیک. عوامل پاک‌کننده نیز برای جلوگیری از تشخیص مواد ممنوعه استفاده می‌شود که موادی همچون هماسل، آلومکس، ژلوفوزین، دکستران و... که با افزایش حجم پلاسمای خون به عمل دوپینگی می‌انجامد. بعضی مواد نیز همچون پرفلوروکربن‌ها حمل‌کننده مصنوعی اکسیژن هستند و توانایی حمل اکسیژن را در خون افزایش می‌دهند. از عوارض جانبی آن می‌توان به تب و فشار خون، تنگ شدن عروق، آسیب کلیوی و... اشاره کرد.

محرک‌ها

موادی هستند که بر دستگاه عصبی مرکزی تأثیر می‌گذارند و سرعت انتقال پیام‌های عصبی را در بدن افزایش می‌دهند. داروهای این گروه شامل: کوکائین، آمفتامین، کافئین، پروپانول، افدرین، مزوکوب و... می‌شوند. به منظور افزایش هوشیاری، کاهش خستگی و افزایش اعتمادبه‌نفس کاذب در ورزش استفاده می‌شود و از اثرات جانبی این مواد می‌توان به تغییر تعادل گرمایی بدن، اختلال در هماهنگی و تعادل، رفتارهای خشونت‌آمیز و تهاجمی، دهیدراسیون و... اشاره کرد.

مخدرها

مخدرها با تأثیر بر دستگاه عصبی بدن باعث نوعی سرخوشی و منگی می‌شوند و توان ورزشی (فراتر از ظرفیت معمولی فرد) را افزایش می‌دهند. از این گروه به: دیامورفین، متیدین، مورفین، متادون و... اشاره کرد و اثرات جانبی فوق‌العاده قوی و شدیدی همچون: اعتیاد دائمی به این مواد، ناشناخته ماندن آسیب‌دیدگی‌ها، از دست رفتن تعادل، کاهش تمرکز و بدخلقی و... ایجاد می‌کنند.

کانابینوئیدها

ماری‌جوانا، حشیش، کیف، بنگ و... از این دسته مواد هستند که اثراتی شبیه مخدرها دارند. از عوارض نامطلوب آن می‌توان به احساس تشنگی، کاهش تولید اسپرم، کاهش ایمنی سلولی، افسردگی و... اشاره کرد.

که مصرف مکمل‌های ویتامینی برای افرادی که تغذیه مناسبی دارند لازم نیست.

مکمل‌های مواد معدنی

موادی همچون کروم که یک چربی‌سوز است و به نوعی اثر مثبت روی فعالیت‌های ورزشی دارد؛ انادایوم همچون انسولین در بدن دارد و کلسیم که عنصری ضروری در بدن است و روی خیلی از فرایندهای سیستمی بدن تأثیرگذار است. مصرف مکمل‌های کلسیم مانع از کاهش

چگالی استخوان می‌شود و قدرت آن را حفظ می‌کند، همچنین در تنظیم فعالیت غشای سلولی و حفظ فعالیت طبیعی عصبی - عضلانی نقش مهمی ایفا می‌کند.

آهن عنصری بسیار ضروری در حمل اکسیژن است و از تشکیل دهنده‌های چندین آنزیم مهم در فعالیت ورزشی مثل:

کاتالاز، پیروکسیداز، ساکسینات دهیدروژناز به

شمار می‌رود. کمبود آهن در ورزشکاران با تغذیه نامناسب، ورزشکاران دارای خونریزی و آسیب‌دیدگی و به‌خصوص ورزشکاران زن، که به‌طور طبیعی بخشی از خون بدن خود را ماهیانه از دست می‌دهند، تهدیدی جدی به شمار می‌رود و استفاده از مکمل‌های آهن یا تغذیه مناسب غذاهای حاوی آهن، برای آن‌ها ضروری است.

مکمل‌های الکترولیت‌ها

سدیم، پتاسیم و کلر که در انقباضات عضلانی نقش مهمی ایفا می‌کنند الکترولیت خوانده می‌شوند. توزیع آب در بدن به موادی بستگی دارد که در آن حل شده‌اند. آب خارج سلولی تحت تأثیر سدیم و آب درون سلولی تحت تأثیر پتاسیم قرار دارد و از دست رفتن الکترولیت‌ها در طولانی‌مدت باعث خستگی، دهیدراسیون و افزایش دمای بدن می‌شود. همچنین، کمبود الکترولیت‌ها خطر اسپاسم عضلانی را به‌شدت افزایش می‌دهد، بنابراین استفاده از مکمل‌های الکترولیتی در بعضی مواقع لازم است.

مکمل‌های آنتی‌اکسیدانی

یکی از مواردی که باعث ایجاد آسیب عضلانی می‌شود فشارهای اکسیداتیو است. رادیکال‌های آزادی که در فرآیندهای مختلف تولید می‌شود، یک واکنش زنجیره‌ای آسیب‌ساز را در بدن ایجاد می‌کند. در بدن انسان، دستگاه دفاع آنتی‌اکسیدانی

ورزشکار دوپینگی در دوران محکومیت و محرومیت صلاحیت شرکت در هیچ یک از مسابقات بین‌المللی یا فعالیت‌های ورزشی را ندارد که جنبه رسمی داشته باشد. همچنین از شرکت در سمینارها یا همایش‌ها محروم است و حق قضاوت، داوری، مربیگری و... را نیز ندارد و هرگونه ترفیع، حکم، مدال و مقام‌هایی که پس از دوپینگی شناخته شدن او کسب کرده، استرداد می‌شود.

مکمل‌ها

افزایش بی‌رویه استفاده از مکمل‌ها در ورزشکاران جوان زنگ خطری برای سلامت آن‌ها و هشدار برای مربیان و کارشناسان ورزشی است که ورزشکاران را به شناخت این مواد و طریقه استفاده صحیح و علمی از آن‌ها و همچنین تفکیک این مواد از گروه دوپینگ‌ها ملزم می‌سازد. مکمل‌ها می‌توانند اثرات جسمی داشته باشند، ولی خطرآمیز بودن آن‌ها و سایر عوارض جانبی را باید ورزشکاران و مربیان مدنظر قرار دهند. از مهم‌ترین مکمل‌ها می‌توان به موارد ذیل اشاره کرد:

مکمل‌های پروتئینی

پروتئین‌ها عموماً در ساختار سلول‌ها و هورمون‌ها نقش دارند و نقش انرژی‌زایی آن‌ها به نسبت کمتر است. اسیدهای آمینه واحد سازنده پروتئین‌ها به‌شمار می‌روند. مصرف مکمل‌های پروتئینی باعث بروز اثرات آنابولیکی و افزایش توده عضلانی می‌شود. از مکمل‌های پروتئینی می‌توان به: L آرژینین، L اورنیتین، L گلوتامین، فنیل آلانین، تیروزین، والین، لوسین، ایزولوسین اشاره کرد.

ویتامین‌ها

استفاده از ویتامین‌ها خصوصاً ویتامین‌های گروه B و ویتامین C سوخت‌وساز کربوهیدرات‌ها را افزایش می‌دهد و بر سیستم عصبی اثر می‌گذارد. مصرف مکمل نیاسین می‌تواند به افزایش سوخت‌وساز چربی و کاهش آزادسازی چربی از بافت چربی منجر شود. مکمل‌های ویتامین B12 روی میانجی‌های عصبی و ایجاد نوعی آرام‌بخشی در فرد تأثیر می‌گذارد. ویتامین C یا همان اسید اسکوربیک نقش مهمی بر فعالیت برخی آنزیم‌ها و ترمیم آسیب‌های بدنی و جلوگیری از کوفتگی دارد.

در هر حال متخصصان علوم ورزشی معتقدند

- Assoc Physicians India. 2001; 49: 1057-1061.
4. Hannan JM, Ali L, Rokeya B, Khaleque J, Akhter M, Flatt PR, Abdel-Wahab YH. Soluble dietary fibre fraction of *Trigonella foenum-graecum* (fenugreek) seed improves glucose homeostasis in animal models of type 1 and type 2 diabetes by delaying carbohydrate digestion and absorption, and enhancing insulin action. *Br J Nutr*. 2007; 97: 514-521. doi: 10.1017/S0007114507657869.
5. Kaviarasan S, Ramamurthy N, Gunasekaran P, Varalakshmi E, Anuradha CV. Fenugreek (*Trigonella foenum graecum*) seed extract prevents ethanol-induced toxicity and apoptosis in Chang liver cells. *Alcohol Alcohol*. 2006; 41: 267-273.
6. Olivecrona G, Olivecrona T. Triglyceride lipases and atherosclerosis. *Curr Opin Lipidol*. 1995; 6: 291-305. doi: 10.1097/00041433-199510000-00009.
7. Pipelzadeth MH, Dezfulian A, Koochek MH, Moradi M. Comparison between fenugreek and lovastatin in restoration of endothelial function in an experimental old rat model. *Acta Medica Iranica*. 2003; 41: 84-90.
8. Raghuram TC, Sharma RD, Sivakumar B. Effect of fenugreek seeds on interavenous glucose disposition in non-insulin dependent diabetic patients. *Phytother Res*. 1994; 8: 83-86. doi: 10.1002/pr. 2650080206.
9. Raju J, Bird RP. Alleviation of hepatic steatosis accompanied by modulation of plasma and liver TNF-alpha levels by *Trigonella foenum graecum* (fenugreek) seeds in Zucker obese (fa/fa) rats. *Int J Obes (Lond)* 2006; 30: 1298-1307. doi: 10.1038/sj.jco.0803254.
10. Talpur N, Echarb B, Ingram C, Bagchi D, Preuss H. Effects of a novel formulation of essential oils on glucose-insulin metabolism in diabetic and hypertensive rats: a pilot study. *Diabetes Obes Metab*. 2005; 7: 193-199. doi: 10.1111/j.1463-1326.2004.00386.x.
11. Stark A, Madar Z. The effect of an ethanol extract derived from fenugreek (*Trigonella foenum-graecum*) on bile acid absorption and cholesterol levels in rats. *Br J Nutr*. 1993; 69: 277-287. doi: 10.1079/BJN19930029.
12. Valette G, Sauvaire y, Baccou JC, Ribes G. Hypocholesterolaemic effect of fenugreek seeds in dogs. *Atherosclerosis*. 1984; 50: 105-111. doi: 10.1016/0021-9150(84)90012-1.
13. Venkatesan N, Devaraj SN, Devaraj H. Increased binding of LDL and VLDL to apo B, E receptors of hepatic plasma membrane of rats treated with Fibernat. *Eur J Nutr*. 2003; 42: 262-271. doi: 10.1007/s00394-003-0420-8.
14. Vijayakumar MV, Singh, S, Chhipa RR, Bhat MK. The hypoglycaemic activity of fenugreek seed extract in mediated through the stimulation of an insulin signalling pathway. *Br J Pharmacol*. 2005; 146: 41-48. doi: 10.1038/sj.bjp.0706312.

از بدن در برابر رادیکال‌های تولید شده از فعالیت هوازی محافظت می‌کند. مصرف مکمل ویتامین‌های آنتی‌اکسیدانی می‌تواند تخریب اکسیداتیو را کاهش دهد. آنتی‌اکسیدان‌های غذایی شامل: ویتامین C، کوآنزیم Q10 (یوبی کوئینون)، ویتامین E، کاروتنوئیدها، گلوکاتینون، اسید لیپوئیک، سلنیوم، بتا کاروتن و... هستند.

کراتین

کراتین یا متیل گواندین اسید استیک، ماده‌ای است که در بعضی مواد غذایی همچون گوشت و ماهی موجود است و در عضلات بدن به وفور یافت می‌شود. بدن انسان از کراتین در عضلات ذخیره و همانند یک منبع انرژی فوری استفاده می‌کند. همان‌طور که پیشتر گفته شد یکی از دستگاه‌های تأمین انرژی بدن دستگاه فسفاژن یا همان فسفوکراتین است که ATP را به سرعت بازسازی می‌کند و در دسترس بودن کراتین به این بازسازی کمک می‌کند. کراتین نقش مهمی را در ذخایر انرژی بی‌هوازی دارد. شواهد حاکی از آن است که مکمل‌های کراتین، میزان کراتین عضلات را افزایش می‌دهند و موجب بهبود عملکرد قدرتی و توانی می‌شوند. همچنین، مکمل‌های کراتین خستگی را در تمرینات شدید و کوتاه‌مدت به تعویق می‌اندازند؛ ولی عوارض جانبی آن به‌خصوص در کلیه‌ها در بعضی تحقیقات گزارش شده است.

مکمل‌های کافئین، بتاهیدروکسی بوتیرات، L کارنیتین، کوآنزیم Q10، گلیسرول، گلوکز آمین، ملاتونین و آغوز (کلسیروم)، از مکمل‌های دیگری هستند که مورد استفاده ورزشکاران قرار می‌گیرند، البته نباید از عوارض جانبی آن‌ها نیز غافل شد.

منابع

1. Ajabnoor MA, Tilmisany AK. Effect of *Trigonella foenum graecum* on blood glucose levels in normal and alloxan-diabetic mice. *J Ethnopharmacol*. 1988; 22: 45-49. doi: 10.1016/0378-8741(88)90229-2.
2. Al-Wabel NA, Mousa HM, Omer OH, Abdel-Salam AM. Biological evaluation of aqueous herbal extracts and stirred yoghurt filtrate mixture against alloxan-induced oxidative stress and diabetes in rats. *International journal of pharmacology*. 2008; 4: 135-139. doi: 10.3923/jip.2008.135.139.
3. Gupta A, Gupta R, Lal B. Effect of *Trigonella foenum-graecum* (fenugreek) seeds on glycaemic control and insulin resistance in type 2 diabetes mellitus: a double blind placebo controlled study. *J*