

آمبولی چربی در زمینه‌های غیر ارتوپدی: مروری بر موارد بالینی و پاتوفیزیولوژی (مقاله مروری)

چکیده:

سندرم آمبولی چربی (FES) به‌طور سنتی با تروماهای ارتوپدی، به‌ویژه شکستگی‌های استخوان‌های بلند، مرتبط است، اما وقوع آن در زمینه‌های غیر ارتوپدی مانند روش‌های زیبایی، طب سوزنی و سایر مداخلات کم‌تهاجمی به عنوان یک نگرانی بالینی قابل توجه مطرح می‌شود. این مرور ادبیات موارد بالینی، پاتوفیزیولوژی و شکاف‌های دانشی مرتبط با آمبولی چربی در این زمینه‌های غیر ارتوپدی را مورد بررسی قرار می‌دهد. بیش از همه مقالات ۱۴ سال گذشته مورد بررسی قرار گرفته‌اند. این بررسی، گزارش‌های موردی موجود را بررسی کرد و مکانیزم‌هایی را که در آن‌ها گلبول‌های چربی معمولاً از طریق تخریب بافت در مناطق پرچربی وارد جریان خون می‌شوند، برجسته می‌سازد. درحالی‌که آمبولی چربی در تروماهای ارتوپدی به‌خوبی مستند شده است، خطر آن در زمینه‌های غیر تروما همچنان کمتر شناسایی شده و با چالش‌های تشخیصی و درک محدود از مکانیزم‌های دقیق همراه است. روش‌هایی مانند لیپوساکشن، پیوند چربی گلوئتال و طب سوزنی در ایجاد آمبولی چربی نقش داشته‌اند و اغلب منجر به عوارض شدیدی مانند تنگی نفس و نقص‌های عصبی می‌شوند. علی‌رغم افزایش فراوانی این روش‌ها، شکاف‌های قابل‌توجهی در درک عوامل خطر، بهبود تکنیک‌های تشخیصی و بهینه‌سازی استراتژی‌های درمانی باقی مانده است. این مرور بر نیاز به افزایش آگاهی و انجام تحقیقات بیشتر به‌منظور درک بهتر آمبولی چربی در زمینه‌های غیر ارتوپدی، بهبود رویکردهای تشخیصی و توسعه اقدامات پیشگیرانه برای کاهش ریسک عوارض در عمل بالینی تأکید می‌کند

واژگان کلیدی: آمبولی چربی، لیپوساکشن، پیوند عضو، هموگلوبینوپاتی

پذیرش مقاله: ۳۵ روز قبل از چاپ

^۱دکتر پوریا چقامیرزایی، ^۲دکتر آروین نجفی، ^۳دکتر سلمان آذرینا، ^۴دکتر جواد کریمی رزوه، ^۵دکتر درسا هادوی،

^۶دکتر محمد هادی بحری، ^۷دکتر محمد عزیزمنش، ^۸دکتر مهدی تیوتور^۹

مقدمه

آمبولی چربی از گذشته با تروما به‌ویژه شکستگی استخوان‌های بلند ارتباط دارد. قطرات چربی از مغز استخوان وارد جریان خون می‌شوند و می‌توانند به ریه، مغز یا سایر اندام‌ها منتقل شوند و باعث آمبولی شوند^(۱)، در حالی‌که آمبولی چربی به‌خوبی در زمینه تروماهای ارتوپدی به‌ویژه شکستگی استخوان‌های بلند اثبات شده است^(۲)، وقوع آن در شرایط غیرارتوپدی یک مشکل بالینی نوظهور و کمتر شناخته‌شده به شمار می‌رود. روش‌هایی - مانند تزریق فیلرهای زیبایی، طب سوزنی و سایر مداخلات حداقل تهاجمی در مناطق غنی از چربی - مسیرهای جدیدی برای ایجاد آمبولی چربی فراهم کرده‌اند که اغلب بدون وجود عوامل خطر سنتی مرتبط با تروما رخ می‌دهند.

با افزایش محبوبیت روش‌های حداقل تهاجمی، مانند تزریق فیلرهای زیبایی و لیپوساکشن، این مداخلات به‌طور فزاینده‌ای هم برای اهداف زیبایی و هم درمانی استفاده می‌شوند. در نتیجه، خطر آمبولی چربی - حتی در غیاب تروماهای سنتی - توجه بیشتری در عمل بالینی به خود جلب کرده است. این خطر نوظهور ضرورت افزایش آگاهی و توسعه راهبردهای پیشگیری اختصاصی در محیط‌های بالینی خارج از حوزه تروماهای ارتوپدی را برجسته می‌کند. با گسترش تمرکز به زمینه‌های غیرارتوپدی، این مطالعه مروری قصد دارد شکاف‌های مهم دانش را پر کند، خطرات مرتبط با این روش‌ها را برجسته سازد و تحقیقات بیشتری را به منظور راهنمایی برای اجرای بالینی ایمن‌تر در رشته‌های پزشکی متنوع تحریک کند.

۱. واحد توسعه تحقیقات بالینی بیمارستان شهید مدنی، دانشگاه علوم پزشکی البرز، کرج، ایران
۲. گروه ارتوپدی، واحد توسعه تحقیقات بالینی بیمارستان شهید مدنی، دانشگاه علوم پزشکی البرز، کرج، ایران
۳. گروه جراحی عمومی، واحد توسعه تحقیقات بالینی بیمارستان شهید مدنی، دانشگاه علوم پزشکی البرز، کرج، ایران

نویسنده مسئول:

دکتر محمد عزیزمنش

Email address:

Parsmedicine@gmail.com

تعریف آمبولی چربی

مکانیکی، افزایش فشار داخل مغز استخوان پس از تروما می‌تواند باعث جابه‌جایی سلول‌های چربی به سینوسوئیدهای وریدی شود، جایی که این سلول‌ها چسبندگی پلاکت‌ها و تولید فیبرین را تحریک کرده و در نهایت باعث انسداد مویرگ‌ها و بروز عوارض ریوی مانند خون‌ریزی، ادم و کولپس آلوئولی می‌شوند. سلول‌های چربی همچنین ممکن است از طریق سوراخ بیضوی باز (patent foramen ovale) وارد گردش شریانی شوند و تظاهرات سیستمیک ایجاد کنند. از نظر بیوشیمیایی، لیپازهای بافتی چربی را به اسیدهای چرب آزاد (FFA) تجزیه می‌کنند که خواص سمی و التهاب‌زا دارند و باعث آسیب ریوی می‌شوند و در ایجاد سندروم دیسترس حاد تنفسی (ARDS) اثر می‌گذارند^(۱۲).

آمبولی چربی پس از اقدامات زیبایی

آمبولی چربی پس از اقدامات زیبایی به‌خوبی اثبات شده است از جمله لیپوساکشن با پیوند چربی یا بدون آن^(۱۵-۱۷). اخیراً یک مطالعه مروری سیستماتیک درباره آمبولی چربی پس از پیوند چربی مواردی از آمبولی چربی پس از تروماهای غیرارتوپدی از سال ۱۹۸۸ را شامل ۱۳۷ بیمار گزارش کرده است^(۱۶). همچنین، آمبولی چربی پس از تزریق ویتامین E و سندروم شبیه به آمبولی چربی پس از تزریق روغن معدنی نیز در ادبیات پزشکی گزارش شده است^(۱۸،۱۹). در همه این موارد، روش‌ها شامل دستکاری مستقیم بافت چربی (لیپوساکشن) یا تزریق مواد چربی (تزریق چربی) بوده‌اند. در سال‌های اخیر، اقدامات زیبایی مانند لیپوساکشن، پیوند چربی گلوئال و تزریق فیلرهای بافت نرم با افزایش چشمگیری در محبوبیت مواجه شده‌اند، به‌ویژه در جراحی‌های زیبایی. این افزایش فراوانی در دستکاری بافت چربی با افزایش گزارش‌های آمبولی چربی همراه بوده است، به‌ویژه در مناطق پرخطر مانند ناحیه گلوئال. افزایش تقاضا برای اصلاحات زیبایی ضرورت افزایش توجه به خطرات بالقوه آمبولی چربی را برجسته می‌کند، به‌ویژه با توجه به افزایش پیچیدگی این مداخلات.

آمبولی چربی پس از اعمال جراحی غیرارتوپدی

آمبولی چربی پس از پیوند اعضا، شامل ریه، کلیه، کبد، قلب و مغز استخوان نیز گزارش شده است^(۲۰-۲۴). سازوکارهای زمینه‌ای در این موارد شامل آمبولی چربی اکتسابی از دهنده (پس از تروماهای ارتوپدی)، آمبولی چربی ناشی از کورتیکواستروئیدها و استئوز کبدی در دهنده هستند^(۲۴-۲۰). آمبولی چربی اکتسابی از دهنده خصوصاً زمانی اهمیت دارد که عضو اهداکننده دارای نشانه‌های استئوز کبدی باشد؛ وضعیتی که در آن تجمع چربی در کبد فرد اهداکننده، احتمال بروز آمبولی در طول پیوند را افزایش می‌دهد. علاوه بر این، کورتیکواستروئیدها که برای پیشگیری از رد عضو پیوندی به بیماران داده می‌شوند، می‌توانند ریسک آمبولی چربی را افزایش دهند. این داروها با تحریک آزادسازی چربی، افزایش ورود لیپید به جریان خون و اختلال در عملکرد اندوتلیال، شرایط ورود ذرات چربی به گردش خون سیستمیک را تسهیل می‌کنند^(۲۰-۲۴).

آمبولی چربی به بودن ذرات چربی در سیستم گردش خون گفته می‌شود که می‌تواند به سندروم آمبولی چربی (FES) و در نهایت سندروم التهابی سیستمیک منجر شود^(۲۴). این ذرات چربی می‌توانند علائم بالینی متعددی ایجاد کنند که ناشی از انسداد رگ‌های خونی کوچک است^(۵). اگرچه آمبولی چربی اغلب از نظر هیستولوژیک در موارد تروما مشاهده می‌شود، اکثریت موارد آمبولی چربی زیر بالینی باقی می‌ماند و فقط درصد کمی از آن‌ها به سندروم شدید FES تبدیل می‌شوند. برآورد شده است که آمبولی چربی در حدود ۹۰ درصد بیماران پس از شکستگی استخوان‌های بلند رخ می‌دهد، اما فقط ۱ تا ۲ درصد بیماران دچار FES بالینی قابل توجه می‌شوند که نادر بودن و شدت این سندروم در افراد مبتلا را نشان می‌دهد^(۵). سندروم آمبولی چربی (FES) وضعیتی بالینی است که در آن آمبولی‌های چربی در میکروسیرکولاسیون گیر می‌کنند و به علائم سیستمیک مانند تظاهرات پوستی، اختلالات عصبی و عوارض ریوی منجر می‌شوند^(۶). این سندروم بیشتر با تروماهای ارتوپدی به‌ویژه شکستگی‌های استخوان بلند مرتبط است^(۷). مثلث کلاسیک علائم FES شامل راش پتیشیال، اختلالات عصبی و دیسترس تنفسی است، اگرچه ممکن است همیشه هم‌زمان ظاهر نشوند^(۱). دو نوع آمبولی چربی وجود دارد: آمبولی چربی میکروسکوپی (MIFE) و آمبولی چربی ماکروسکوپی (MAFE). آمبولی چربی میکروسکوپی زمانی رخ می‌دهد که چربی به صورت میکروسکوپی وارد جریان خون شود و باعث FES شود، در حالی که آمبولی چربی ماکروسکوپی زمانی ایجاد می‌شود که چربی به صورت ماکروسکوپی وارد جریان خون شود و باعث انسداد مستقیم رگ‌های خونی شود^(۸-۱۱).

آمبولی چربی در زمینه‌های غیرارتوپدی

از نظر تاریخی وقایع تروماهای ارتوپدی عامل اصلی بروز آمبولی چربی بوده است^(۱۲). با این حال، از سال ۱۹۲۷ و حتی قبل از آن، مطالعات متعددی وقوع آمبولی چربی در شرایط غیرارتوپدی را گزارش کرده‌اند^(۱۳). شرایطی مانند دیابت، بیماری‌های قلبی-عروقی و کلیوی، مواد شیمیایی مانند فسفر، کلرات پتاسیم یا منوکسید کربن، عفونت‌های حاد منجر به توکسمی، سوختگی، سپسیس، الکلیسم مزمن، پانکراتیت، سل و سرطان (کارسینوماتوز و سارکوماتوز) می‌توانند افراد را مستعد آمبولی چربی کنند^(۱۴). برای مثال، شرایطی مانند پانکراتیت، آزادسازی اسیدهای چرب آزاد و اختلال در سدهای بافتی می‌تواند به شکل‌گیری آمبولی‌های چربی کمک کند. به همین ترتیب، در سپسیس، اختلال میکروسیرکولاسیون و التهاب سیستمیک ریسک آمبولی چربی را افزایش می‌دهد، اغلب همراه با سایر عوامل خطر^(۱۴). از آن زمان، چندین مورد آمبولی چربی یا سندروم آمبولی چربی پس از تروماهای غیرارتوپدی گزارش شده است. جدول ۱ خلاصه‌ای از علل و سازوکارهای پیشنهادی آمبولی چربی پس از شرایط غیرمرتبط با شکستگی استخوان را ارائه می‌دهد. پاتوفیزیولوژی آمبولی چربی شامل سازوکارهای مکانیکی و بیوشیمیایی است. از منظر

جدول ۱: علل و سازوکارهای پیشنهادی آمبولی چربی پس از شرایط غیرمرتبط با شکستگی استخوان

علت	سازوکار پیشنهادی
اقدامات زیبایی (مانند لیپوساکشن، پیوند چربی)	اختلال در بافت چربی باعث آزاد شدن ذرات چربی به داخل گردش خون وریدی/ شریانی می‌شود.
تزریق فیلر بافت نرم/ طب سوزنی	پارگی سلول‌های چربی یا انسداد عروقی ناشی از سوزن کاری به آمبولیزاسیون منجر می‌شود.
تزریق ویتامین E/ روغن معدنی	تزریق مستقیم مواد چربی به عروق باعث آمبولیزاسیون و عوارض سیستمیک می‌شود.
پیوند عضو	آمبولی چربی مرتبط با دهنده: انتقال از اندام دهنده (مثلاً پس از تروما) آمبولی ناشی از کورتیکواستروئید: تحرک چربی تحریک‌شده توسط مصرف استروئید استئوز کبدی دهنده: آزاد شدن چربی از کبد دهنده در حین پیوند
نمونه‌برداری از مغز استخوان	اختلال مغز استخوان در حین بیوپسی باعث ورود ذرات چربی به جریان خون می‌شود.
تالاسمی β -سلول داسی شکل	بحران‌های وازوکلوزیو یا نکروز مغز استخوان باعث آزاد شدن ذرات چربی به گردش خون سیستمیک می‌شود.
سپسیس، سوختگی و پانکراتیت	پاسخ التهابی سیستمیک به تحرک چربی واسطه‌شده توسط سایتوکین‌ها و آمبولیزاسیون منجر می‌شود.
قرارگیری در معرض مواد سمی (مانند فسفر، کلرات پتاسیم، مونوکسید کربن)	آسیب سلولی بافت چربی را مختل می‌کند و باعث آزاد شدن ذرات چربی و آمبولیزاسیون می‌شود.
بیماری‌های مزمن (مانند دیابت، سرطان، سل)	التهاب مزمن و آسیب بافتی باعث تحرک چربی به داخل جریان خون می‌شود.

است (۳۳-۳۱). این موارد اغلب شامل مداخلاتی در مناطق غنی از چربی مانند ناحیه گلوتهال یا کمر پایین هستند، جایی که اختلال بافتی می‌تواند ذرات چربی را وارد گردش خون کند.

در مقایسه با آمبولی چربی در سایر زمینه‌های غیرارتوپدی، مانند اقدامات زیبایی، عدم انتقال مستقیم چربی تشخیص و مدیریت را پیچیده‌تر می‌کند. گزارش‌های موردی نشان می‌دهند که، با وجود شیوع کم، آمبولی چربی پس از سوزن کاری ممکن است با دیسترس تنفسی حاد و اختلالات عصبی بروز کند، که به مداخلات فوری نیاز دارد و ضرورت تحقیقات بیشتر برای شناسایی اقدامات پیشگیرانه را برجسته می‌سازد.

پیامدهای بالینی و جهت‌گیری‌های آینده

افزایش آگاهی درباره آمبولی چربی در زمینه‌های غیرارتوپدی، اهمیت تشخیص زودهنگام و راهبردهای پیشگیرانه در عمل بالینی را برجسته می‌سازد. تحقیقات آینده باید بر تبیین دقیق سازوکارهای آمبولی چربی در سناریوهای غیرتروماتیک، بهبود روش‌های تشخیصی و افزایش راهنمایی‌هایی برای کاهش خطر در اقدامات پرخطر متمرکز شوند.

بررسی نقش آسیب بافتی، اندازه سوزن و عوامل اختصاصی بیمار در بروز آمبولی چربی اهمیت ویژه‌ای دارد. علاوه بر این، مطالعات بیشتر باید استفاده از تکنیک‌های تصویربرداری برای تشخیص زودهنگام را ارزیابی کنند و نقش مداخلات دارویی در بهبود نتایج بیماران مبتلا را بهتر تعریف کنند.

همچنین، آمبولی چربی پس از بیوپسی مغز استخوان از خاجی لگنی نیز گزارش شده است. در این موارد، FES به عنوان عارضه اکتسابی ناشی از آسپیراسیون و بیوپسی مغز استخوان تشخیص داده شد؛ زیرا شروع علائم بلافاصله پس از انجام بیوپسی بود و سایر تشخیص‌های جایگزین رد شدند (۲۵).

آمبولی چربی در بیماران مبتلا به هموگلوبینوپاتی

چندین مورد سندروم آمبولی چربی (FES) در بیماران مبتلا به تالاسمی β -سلول داسی شکل در ادبیات پزشکی گزارش شده است (۲۶-۳۰). سندروم آمبولی چربی FES در هموگلوبینوپاتی‌ها، به‌ویژه بیماری سلول داسی شکل، ناشی از استرس مکانیکی ناشی از بحران‌های وازوکلوزیو است. این بحران‌ها باعث انسداد ریزعروق می‌شوند و در نتیجه موجب آسیب ایسکمیک به مغز استخوان و بافت چربی می‌شوند. در طول این وقایع، ذرات چربی از مغز استخوان آزاد می‌شوند و وارد گردش خون می‌شوند که باعث تشدید آمبولی سیستمیک می‌شود. تعامل ویژه همولیز، ایسکمی و نکروز مغز استخوان در این بیماران، حساسیت آن‌ها به آمبولی چربی را افزایش می‌دهد، به‌ویژه زمانی که با سایر عوامل مستعدکننده مانند عفونت‌ها یا تروما همراه باشد (۳۰).

آمبولی چربی پس از سوزن کاری بدون تزریق چربی

اگرچه آمبولی چربی پس از روش‌های سوزن کاری بدون تزریق چربی نادر است، اما با نتایج شدید از جمله نارسایی تنفسی و مرگ مرتبط بوده

کوتاه‌مدت اغلب گزارش می‌شود، داده‌های جامع درباره عوارض بلندمدت مانند اختلالات مزمن ریوی یا عصبی در دسترس نیست. درک تأثیر طولانی‌مدت آمبولی چربی در این بیماران برای برنامه‌ریزی مراقبت‌های پیگیری و بهبود نتایج بالینی اهمیت بالایی دارد.

نتیجه‌گیری

آمبولی چربی، که از گذشته با تروماهای ارتوپدی ارتباط داشته است، به‌طور فزاینده‌ای در زمینه‌های غیرارتوپدی مانند اقدامات زیبایی، طب سوزنی و سایر مداخلات حداقل تهاجمی شناخته می‌شود. در حالی که سازوکارهای بروز آمبولی چربی در این سناریوها هنوز کاملاً درک نشده است، توانایی ذرات چربی برای ورود به جریان خون از طریق اختلال بافتی در نواحی غنی از چربی توجه بالینی را به خود جلب کرده است. با وجود افزایش گزارش‌های موردی، شکاف‌های دانشی چشمگیری در خصوص پاتوفیزیولوژی دقیق، عوامل خطر، روش‌های تشخیصی و راهبردهای درمان بهینه آمبولی چربی در زمینه‌های غیرارتوپدی همچنان وجود دارد.

افزایش شیوع مداخلاتی که بافت چربی را دستکاری می‌کنند و نبود دستورالعمل‌های استاندارد، نیاز فوری به تحقیقات بیشتر برای روشن شدن سازوکارهای آمبولی چربی، شناسایی جمعیت‌های در معرض خطر و توسعه اقدامات پیشگیرانه مؤثر را نشان می‌دهد. مطالعات آینده باید بر بهبود تشخیص زودهنگام، ارتقای تکنیک‌های تشخیصی و تدوین پروتکل‌های بالینی متمرکز شوند تا اقدامات ایمن‌تر در حوزه‌های مختلف پزشکی تضمین شود.

قدردانی

نویسندگان از واحد توسعه تحقیقات بالینی بیمارستان شهید مدنی کرج برای همکاری‌هایشان سپاسگزار می‌کنند.

منابع

- 1 Rothberg DL, Makarewich CA. Fat Embolism and Fat Embolism Syndrome. *J Am Acad Orthop Surg.* 2019;27(8):e346-e55.10.5435/jaaos-d-17-00571
- 2 Kalbas Y, Seaver T, Kumabe Y, Halvachizadeh S, Lempert M, Pfeifer R, et al. Fat embolism syndrome in patients with bilateral femur fractures: a systematic review and case comparison. *OTA Int.* 2022;5(2 Suppl):e187.10.1097/oi9.000000000000187
- 3 Scarpino M, Lanzo G, Lolli F, Grippo A. From the diagnosis to the therapeutic management: cerebral fat embolism, a clinical challenge. *Int J Gen Med.* 2019;12:39-48.10.2147/ijgm.S177407
- 4 Adeyinka A, Pierre L. Fat Embolism. *StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing Copyright © 2023, StatPearls Publishing LLC.; 2023.*
- 5 Ross AP. The fat embolism syndrome: with special reference to the importance of hypoxia in the syndrome. *Ann R Coll Surg Engl.* 1970;46(3):159-171. PMID: PMC2387738

شکاف‌های دانشی در آمبولی چربی در زمینه‌های غیرارتوپدی

با وجود افزایش شناخت آمبولی چربی در زمینه‌های غیرارتوپدی، همچنان شکاف‌های دانشی چشمگیر و مهمی مشاهده می‌شود که پیشگیری، تشخیص و مدیریت مؤثر را محدود می‌کنند. یکی از چالش‌های اصلی کمبود داده‌های جامع درباره سازوکارهای دقیق بروز آمبولی چربی در این زمینه‌های غیرتروماتیک است. در حالی که پاتوفیزیولوژی آمبولی چربی در تروماهای ارتوپدی به‌خوبی شناخته شده است، عوامل خاصی که باعث ورود ذرات چربی به جریان خون در روش‌هایی مانند طب سوزنی، تزریق فیلرهای زیبایی و سوزن کاری بدون تزریق چربی می‌شوند کمتر شناخته شده هستند. این مداخلات که اغلب در مناطق غنی از چربی و دارای عروق فراوان انجام می‌شوند ممکن است از طریق سازوکارهایی که هنوز کاملاً تعریف نشده‌اند به بروز آمبولی چربی کمک کنند.

علاوه بر این، تحقیقات محدودی درباره شیوع و بروز آمبولی چربی در زمینه‌های غیرارتوپدی وجود دارد. بیشتر مطالعات بر گزارش‌های موردی یا گروه‌های کوچک بیماران تمرکز دارند که این امر تعمیم یافته‌ها و تدوین راهنمایی‌های بالینی روشن را دشوار می‌سازد. برای درک بهتر ابعاد واقعی آمبولی چربی در این زمینه‌ها و شناسایی عوامل خطر پیش‌ساز به مطالعات بزرگ‌تر و چندمرکزی نیاز است. متغیرهای کلیدی مانند همراهی‌های بیماری‌های زمینه‌ای بیمار، تکنیک‌های مداخله‌ای (برای مثال، اندازه سوزن، عمق تزریق) و مناطق آناتومیک درگیر هنوز در خصوص خطر آمبولی چربی کاملاً بررسی نشده‌اند.

یکی دیگر از شکاف‌های دانشی مهم چالش‌های تشخیصی مرتبط با آمبولی چربی در زمینه‌های غیرارتوپدی است. در حالی که تکنیک‌های تصویربرداری و معیارهای بالینی برای آمبولی چربی ناشی از تروما به‌خوبی تثبیت شده‌اند، کاربرد آن‌ها در موارد ناشی از مداخلات غیرتروماتیک کاملاً اثبات نشده است. نیاز به تحقیقات بیشتر در زمینه نشانه‌ها یا روش‌های تصویربرداری تشخیصی زودهنگام وجود دارد تا آمبولی چربی را در مراحل زیر بالینی یا اولیه تشخیص دهد، به‌ویژه در مواردی که سه‌گانه کلاسیک علائم (راش پتیچیا، اختلال عصبی و دیسترس تنفسی) ظاهر نمی‌شوند.

افزون بر این، شواهد محدودی درباره راهبردهای درمانی بهینه برای آمبولی چربی در زمینه‌های غیرارتوپدی وجود دارد. در حالی که مراقبت حمایتی، از جمله حمایت تنفسی و ونتیلاسیون مکانیکی، همچنان ستون فقرات درمان به شمار می‌رود، اثربخشی مداخلات مختلف مانند کورتیکواستروئیدها یا درمان ضدانعقادی در این موارد خاص هنوز مشخص نیست. نیاز به کارآزمایی‌های بالینی بیشتر برای ارزیابی ایمنی و کارآمدی روش‌های درمانی مختلف وجود دارد. همچنین، باید نقش احتمالی اقدامات پیشگیرانه در مداخلات پرخطر بررسی شود.

در نهایت، پیامدهای طولانی‌مدت بیماران دچار آمبولی چربی پس از اقدامات غیرارتوپدی هنوز کاملاً درک نشده است، در حالی که نرخ بقای

- 6 Kwiatt ME, Seamon MJ. Fat embolism syndrome. *International Journal of Critical Illness and Injury Science*. 2013;3(1):64-68. 10.4103/2229-5151.109426
- 7 Kosova E, Bergmark B, Piazza G. Fat Embolism Syndrome. *Circulation*. 2015;131(3):317-320.10.1161/CIRCULATIONAHA.114.010835
- 8 Peña W, Cárdenas-Camarena L, Bayter-Marin JE, McCormick M, Durán H, Ramos-Gallardo G, et al. Macro Fat Embolism After Gluteal Augmentation With Fat: First Survival Case Report. *Aesthet Surg J*. 2019;39(9): NP380-NP383.10.1093/asj/sjz151
- 9 Durán H, Cárdenas-Camarena L, Bayter-Marin JE, Ramos-Gallardo G, Robles-Cervantes JA. Microscopic and Macroscopic Fat Embolism: Solving the Puzzle with Case Reports. *Plast Reconstr Surg*. 2018;142(4):569e-577e.10.1097/prs.0000000000004810
- 10 Bayter-Marin JE, Cárdenas-Camarena L, Aguirre-Serrano H, Durán H, Ramos-Gallardo G, Robles-Cervantes JA. Understanding Fatal Fat Embolism in Gluteal Lipoinjection: A Review of the Medical Records and Autopsy Reports of 16 Patients. *Plast Reconstr Surg*. 2018;142(5):1198-1208.10.1097/prs.0000000000004904
- 11 Cárdenas-Camarena L, Durán H, Robles-Cervantes JA, Bayter-Marin JE. Critical Differences between Microscopic (MIFE) and Macroscopic (MAFE) Fat Embolism during Liposuction and Gluteal Lipoinjection. *Plast Reconstr Surg*. 2018;141(4):880-890.10.1097/prs.0000000000004219
- 12 Timon C, Keady C, Murphy CG. Fat Embolism Syndrome - A Qualitative Review of its Incidence, Presentation, Pathogenesis and Management. *Malays Orthop J*. 2021;15(1):1-11.10.5704/moj.2103.001
- 13 Lehman EP, Moore RM. Fat embolism: including experimental production without trauma. *Archives of Surgery*. 1927;14(3):621-662. 10.1001/archsurg.1927.01130150002001
- 14 Bentaleb M, Abdulrahman M, Ribeiro-Junior MAF. Fat embolism: the hidden murder for trauma patients! *Rev Col Bras Cir*. 2024;51:e20243690.10.1590/0100-6991e-20243690-en
- 15 Chaghamirzayi P. Comment on Kao et al. Pulmonary Fat Embolism Following Liposuction and Fat Grafting: A Review of Published Cases. *Healthcare* 2023, 11, 1391. *Healthcare (Basel)*. 2024;12(13).10.3390/healthcare12131326
- 16 Chaghamirzayi P, Abdi H, Rozveh JK, Nejad MA, Azizmanesh M. Fat embolism following fat grafting: A systematic review of reported cases. *JPRAS Open*. 2024.10.1016/j.jprra.2024.10.012
- 17 Kao Y-M, Chen K-T, Lee K-C, Hsu C-C, Chien Y-C, editors. Pulmonary fat embolism following liposuction and fat grafting: a review of published cases. *Healthcare*; 2023;10(11):1391 10.3390/healthcare11101391
- 18 Hjort M, Hoegberg LC, Almind M, Jansen T. Subacute fat-embolism-like syndrome following high-volume intramuscular and accidental intravascular injection of mineral oil. *Clin Toxicol (Phila)*. 2015;53(4):230-232.10.3109/15563650.2015.1013195
- 19 Mendoza-Morales RC, Camberos-Nava EV, Luna-Rosas A, Garcés-Ramírez L, De la Cruz F, García-Dolores F. A fatal case of systemic fat embolism resulting from gluteal injections of vitamin e for cosmetic enhancement. *Forensic Sci Int*. 2016;259:e1-e4.10.1016/j.forsciint.2015.11.012
- 20 Rosenfeld DM, Smith ML, Seamans DP, Giorgakis E, Gaitan BD, Khurmi N, et al. Fatal diffuse pulmonary fat microemboli following reperfusion in liver transplantation with the use of marginal steatotic allografts. *American Journal of Transplantation*. 2019;19(9):2640-2645. 10.1111/ajt.15399
- 21 Schober R, Herman M. neuropathology of cardiac transplantation survey of 31 cases. *The Lancet*. 1973;301(7810):962-967. 10.1016/S0140-6736(73)91600-0
- 22 Lipton JH, Russell JA, Burgess KR, Hwang WS. Fat embolization and pulmonary infiltrates after bone marrow transplantation. *Med Pediatr Oncol*. 1987;15(1):24-27.10.1002/mpo.2950150106
- 23 Rossi M, L'Imperio V, Garces J, Fogo AB. The Case| Acute kidney injury after liver and kidney transplantation. *Kidney International*. 2020;97(4):813-814. 10.1016/j.kint.2019.10.013
- 24 Glorion M, Sarsam M, de Wolf J, Sage E. Successful management of donor-acquired fat embolism after lung transplantation. *Interactive CardioVascular and Thoracic Surgery*. 2021;33(1):158-160. 10.1093/icvts/ivab051
- 25 Madeira D, Orfão A, Matos C, Vasconcelos P. Fat Embolism: A Rare Complication of Bone Biopsy. *Cureus*. 2023;15(9):e44765.10.7759/cureus.44765
- 26 Mossa-Basha M, Izbudak I, Gurda GT, Aygun N. Cerebral fat embolism syndrome in sickle cell anaemia/ β -thalassemia: Importance of susceptibility-weighted MRI. *Clin Radiol*. 2012;67(10):1023-1026.10.1016/j.crad.2012.03.001
- 27 May J, Sullivan JC, LaVie D, LaVie K, Marques MB. Inside Out: Bone Marrow Necrosis and Fat Embolism Complicating Sickle- β Thalassemia. *Am J Med*. 2016;129(12):e321-e324.10.1016/j.amjmed.2016.05.027
- 28 Filippatou AG, Naveed M, Barry DP, Deboer SR, Haas CJ. Sickle cell disease and fat embolism: a rare complication of vaso-occlusive crisis. *Pract Neurol*. 2022;22(5):410-412.10.1136/practneurol-2021-003166
- 29 Budhathoki N, Timilsina S, Ram B, Marks D. Bone marrow necrosis and fat embolism syndrome: a near fatal complication in previously undiagnosed sickle beta + thalassaemia. *BMJ Case Rep*. 2021;14(1).10.1136/bcr-2020-238317
- 30 Sangani V, Pokal M, Balla M, Merugu GP, Khokher W, Gayam V, et al. Fat Embolism Syndrome in Sickle Cell β -Thalassemia Patient With Osteonecrosis: An Uncommon Presentation in a Young Adult. *J Investig Med High Impact Case Rep*. 2021;9.10.1177/23247096211012266
- 31 Xu L, Tan X, Chen X, Du S, Yue X, Qiao D. Rare, fatal pulmonary fat embolism after acupuncture therapy: A case report and literature review. *Forensic Sci Int*. 2023;345:111619.10.1016/j.forsciint.2023.111619
- 32 Uz İ, Yalçınlı S, Efe M. Fat embolism syndrome after gluteal augmentation with hyaluronic acid: A case report. *Ulus Travma Acil Cerrahi Derg*. 2020;26(6):960-962.10.14744/tjtes.2019.08433
- 33 Coronado-Malagón M, Visoso-Palacios P, Arce-Salinas CA. Fat embolism syndrome secondary to injection of large amounts of soft tissue filler in the gluteal area. *Aesthet Surg J*. 2010;30(3):448-40.10.1177/1090820x10373381