



فعالیت بدنی و سرطان کودکان

پوریا فروتن، دانشجوی کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزشی، دانشگاه شهید بهشتی

چکیده

سرطان به علت جهش‌های خاصی در بدن گسترش می‌یابد. سرطان ظرفیت فیزیکی و کیفیت زندگی (QOL) کودکان مبتلا به سرطان را کاهش می‌دهد. سرطان، دومین علت مرگومیر کودکان در اغلب کشورهای جهان و سرطان خون، شایع‌ترین نوع سرطان در میان کودکان است. کودکان مبتلا به سرطان، خستگی، کاهش ظرفیت هوازی، کاهش قدرت عضلانی، کاهش توده عضلانی، پوکی استخوان، بیماری‌های قلبی و عروقی و در نهایت کاهش کیفیت زندگی (QOL) را تجربه می‌کنند.

تمرینات ورزشی در کودکان سرطانی می‌تواند با بهبود عوامل قلبی و عروقی و کاهش عوارض جانبی سرطان، موجب افزایش آمادگی جسمانی، افزایش قدرت عضلانی، بهبود انعطاف‌پذیری، کاهش خستگی و بهبود عملکرد فیزیکی و در نهایت تحرک و فعالیت و بهبود کیفیت زندگی (QOL) آنان شود.

داده‌ها حاکی از آن است که مداخلات ورزشی در کودکان سرطانی کاملاً ایمن هستند. انجام تمرینات ورزشی توسط کودکان سرطانی می‌تواند موجب دستیابی آنان به مزایای مطلوب سلامتی، بهبود قدرت عضلانی، کاهش خستگی و ضعف آنان شود.

کلیدواژه‌ها: سرطان، کودکان، سیستم ایمنی، فعالیت بدنی، تمرین مقاومتی، تمرین استقامتی

مقدمه

سرطان^۱ بیماری خاصی است که می‌تواند در طول زمان به دلیل جهش‌های خاصی در بدن توسعه یابد و تقسیم کنترل نشده‌ای در سلول‌های بدن ایجاد کند. این بیماری موجب اختلالات مرتبط با آمادگی جسمانی^۲ در کودکان می‌شود و انجام تمرینات ورزشی^۳ روزانه موجب دستیابی به بسیاری از مزایای مطلوب سلامتی برای کودکان مبتلا به سرطان می‌شود. تمرینات ورزشی، علاوه بر بهبود سلامت فیزیکی کودک در مدیریت عوارض جانبی درمان سرطان نیز مفید است و تغییرات فیزیولوژیک و روان‌شناختی آن می‌تواند بر بهبود کیفیت زندگی^۴ (QOL) بیماران سرطانی تأثیر بگذارد [۱ و ۲].

سرطان موجب اختلال فیزیکی و کیفیت زندگی کودکان یا نوجوانان مبتلا به سرطان می‌شود. کودکان و نوجوانان مبتلا به سرطان اغلب عوارض جانبی مرتبط با سرطان را تجربه می‌کنند. کم بودن آمادگی جسمانی قلبی و عروقی^۵ (CRF) و قدرت عضلانی یا کاهش توانایی انجام فعالیت‌های زندگی روزمره در بیماران سرطانی به نوبه خود، تأثیر منفی بر سلامت و کیفیت زندگی (QOL) آن‌ها می‌گذارد [۳].

بیماری سرطان دومین علت مرگومیر پس از بیماری‌های قلبی و عروقی در اغلب کشورهای جهان [۴] و سومین علت مرگومیر پس از بیماری‌های قلبی و عروقی و حوادث رانندگی در ایران است [۵]. سرطان دومین علت مرگومیر کودکان شناخته شده است و سرطان خون لنفوبلاستی (ALL)^۶ و سرطان CNS (سرطان سیستم عصبی) شایع‌ترین سرطان دوران کودکی را تشکیل می‌دهند [۶]. علل عمده سرطان‌ها، چاقی، رژیم غذایی ضعیف، عدم فعالیت بدنی [۷]، پرتوها^۸، اشعه ماورای بنفش خورشیدی^۹، دود سیگار، افلاتوکسین^{۱۰}، دود تنباکو^{۱۱}، مواد شیمیایی^{۱۲} و ویروس‌ها^{۱۳} هستند [۸] علائم سرطان در بیشتر موارد، شامل لرز، خستگی، تب، از دست دادن اشتها، نگرانی، عرق شبانه و کاهش وزن است [۵].

ویژگی سلول‌های سرطانی

سلول‌های سرطانی شامل ویژگی‌های برجسته‌ای هستند، از جمله: (۱) وابسته به سیگنالینگ رشدی نیستند؛ (۲) به سیگنال‌های مهارکننده رشدی پاسخ نمی‌دهند؛ (۳) سیستم ایمنی را تحریک نمی‌کنند و مخفی می‌مانند؛ (۴) با تغییر یا حفظ و نگهداری تلومراز^{۱۴}، طول تلومرازهای خود را حفظ می‌کنند و موجب تکثیر نامحدود می‌شوند؛ (۵) از سیگنال‌های آپوپتوزی فرار می‌کنند؛ (۶) حتی در حضور اکسیژن، گلیکولیز بی‌هوازی را انجام می‌دهند [۹].

اکثر سرطان‌ها (تقریباً ۹۰ درصد) به چهار گروه اصلی کارسینوما، سارکوم^{۱۴}، لوسمی^{۱۵}، یا لنفوم^{۱۶} تقسیم می‌شوند. کارسینوما به سلول‌های اپیتلیال^{۱۷} محدود می‌شوند. سارکوم‌ها نیز تومورهای جامدی از بافت‌های همبند در عضله، استخوان، غضروف و بافت فیبری هستند. لوسمی و لنفوم نیز به ترتیب از سلول‌های تولیدکننده خون و از سلول‌های سیستم ایمنی تشکیل می‌شوند [۸]. سرطان با تحریک جهش‌های سلولی یا تحریک تکثیر سلولی، افزایش تقسیم سلولی و رشد تعداد سلول‌ها در طی مراحل اولیه رشد تومور را در پی دارند، مانند فوریل استرها^{۱۸} که موجب تحریک تکثیر سلولی با فعال کردن پروتئین کیناز C^{۱۹} می‌شوند [۸ و ۱۰]. جهش سلول، موجب تقسیم سلولی می‌شود و تقسیم بیش از حد آن، هیپرپلازی^{۲۰} توموری را تشکیل می‌دهد و حالت غیرطبیعی این تقسیم سلولی، دیسپلازی^{۲۱} توموری را به وجود می‌آورد. جهش‌های بیشتر، تومور را تحریک به حمله به بافت‌های همسایه می‌کند و سلول‌های سرطانی را به خون یا عروق لنفاوی می‌فرستد. تومورهای جدید در مکان‌های دیگر بدن ایجاد می‌شوند که متاستاز^{۲۲} نام دارد [۲].

مسیرهای سلولی مولکولی سرطانی

مهم‌ترین عاملی که در رشد و سرایت تومورهای بدخیم سرطانی (متاستاز) به سایر بافت‌های بدن نقش دارد، آنژیوژنز یا زایش مویرگ از رگ‌های موجود است. هایپوکسی^{۲۳} مشخصه بارز تومورهای سرطانی با تحریک عامل رشد اندوتلیال عروقی^{۲۴} (VEGF) موجب رشد، مهاجرت و بقای سلول‌های اندوتلیال و در نتیجه گسترش بیشتر شبکه عروقی و رشد تومور می‌شود. در هنگام فعالیت ورزشی بخش عمده‌ای از جریان خون به سمت عضلات فعال هدایت می‌شود و جریان خون بافت توموری در هنگام فعالیت ورزشی کاهش می‌یابد [۱۱ و ۱۲]. تمرینات ورزشی با کاهش عامل رشد اندوتلیال عروقی در تومور، روند گسترش شبکه عروق توموری را مختل می‌کنند. [۱۱ و ۱۴]. مسیرهای متعددی برای ارتباط انواع مختلف تمرینات ورزشی در مدل‌های حیوانی و انسانی دارای سرطان شناخته شده است. فعالیت ورزشی با آزادسازی میوگین‌ها (IL-6، IL-7، IL-15) از عضلات و بهبود حساسیت به انسولین به طور بالقوه موجب کاهش خطر ابتلا به سرطان می‌شود [۹ و ۱۵]. مطالعات سلولی مولکولی در مورد سرطان نشان داده است که پروتئین واکنشی سی (CRP)^{۲۶}، β -catenin، 8-Oxo-dGTP^{۲۵}، سیگنالینگ Hippo، سیگنالینگ Akt، فعالیت وینکولین،

لادها و همکاران
(۲۰۰۶) در مطالعه‌ای
نشان داده‌اند که
تمرین با شدت
متوسط تا شدید
در کودکان مبتلا به
سرطان حاد لوسمی
لنفوبلاستیکی، علاوه
بر سایر پارامترهای
ایمنی، به استثنای
آنژیوژنوفیل‌ها و
تعداد نوتروفیل‌ها و
ظرفیت اکسیداتیو
کودکان بیمار را
افزایش داده است

و ورزش دچار کاهش می‌شود، اما این کاهش در گروه کنترل بسیار سریع‌تر بوده است [۲۹]. فیوسا لوسس و همکاران^{۳۸} (۲۰۱۷) اثر مداخله ورزشی در بیمارستان را در طی شیمی‌درمانی روی عوامل التهابی و زیرمجموعه‌های سلول ایمنی در بیست کودک مبتلا به تومورهای جامد مورد مطالعه قرار دادند. آن‌ها روندی را که سلول‌های کشنده طبیعی شبه-ایمونوگلوبولین، (KIR2DS4)^{۳۹} را بیان می‌کنند، مشخص کردند. نتایج تحقیقات آن‌ها نشان داد که تعداد شبه-ایمونوگلوبولین‌ها در گروه تمرین باقی می‌ماند، اما در گروه کنترل افزایش می‌یابد [۲۸ و ۳۰].

درمان سرطان کودکان

سرطان خون لنفوبلاستی شایع‌ترین نوع سرطان در میان کودکان کمتر از ۱۵ سال را تشکیل می‌دهد [۶ و ۲۸]. سطح بالای IGF-1 با افزایش خطر ابتلا به سرطان خون کودکان مرتبط است [۶]. بیماران سرطان خون لنفوبلاستی معمولاً با علائم نارسایی مغز استخوان، برای مثال خون‌ریزی، عفونت و غیر طبیعی بودن تعداد گلبول‌های قرمز خون شناسایی می‌شوند [۶ و ۲۸]. لادها و همکاران^{۴۰} (۲۰۰۶) در مطالعه‌ای نشان داده‌اند که تمرین با شدت متوسط تا شدید در کودکان مبتلا به سرطان حاد لوسمی لنفوبلاستیکی، علاوه بر سایر پارامترهای ایمنی، به استثنای آئوزینوفیل‌ها، تعداد نوتروفیل‌ها و ظرفیت اکسیداتیو کودکان بیمار را افزایش داده است [۳۱]. در طول درمان کودکان دارای سرطان، آمادگی قلبی و ریوی کودکان دچار اختلال می‌شود. تمرینات ورزشی می‌تواند آمادگی قلبی و ریوی کودکان دارای سرطان را افزایش دهد. سرطان در کودکان، سیستم اسکلتی عضلانی آن‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهد و دامنه حرکتی آن‌ها را محدود می‌کند و موجب کاهش توده و قدرت عضلانی کودکان می‌شود. تمرینات ورزشی در کودکان سرطانی، آمادگی قلبی و ریوی، قدرت عضلانی و انعطاف‌پذیری آن‌ها را بهبود می‌بخشد [۱]. درمان سرطان در دوران کودکی، شامل شیمی‌درمانی^{۴۱}، پرتودرمانی^{۴۲} و جراحی است که ممکن است بافت و عملکرد بسیاری از ارگان‌های بدن کودک را تحت تأثیر قرار دهد. پیوند مغز استخوان^{۴۳} (HSCT) معمولاً با اشعه یا شیمی‌درمانی در بدخیمی‌های شدید هماتولوژیک و همچنین در درمان تومورهای جامد رخ می‌دهد. آتروفی عضلانی در واقع با چندین پروتکل، از جمله درمان سرکوب ایمنی، استراحت در تخت و سمیت داروها مرتبط است [۶]. در کودکانی که درمان پیوند مغز استخوان دارند، عدم فعالیت فیزیکی و به‌ویژه استراحت در بستر می‌تواند سبب کاهش آمادگی جسمانی قلبی و تنفسی و تشدید آتروفی عضلانی شود که به نوعی

فعالیت اینترگرین، لپتین،^{۴۴} FAK، MMP-13، c-Src^{۴۵} در بیماران سرطانی افزایش و P53، آدیپونکتین، انکوآستاتین، ایریزین و میوکین اسپارک^{۴۶} از عوامل سرکوب‌کننده تومور، کاهش می‌یابد. مطالعات نشان داده‌اند که افراد تمرین کرده^{۴۷} با معکوس کردن عوامل فوق، موجب توقف رشد سلول‌های سرطانی در مقایسه با گروه کنترل می‌شوند [۹، ۱۵ و ۲۵].

سیستم ایمنی و سرطان کودکان

امروزه اهمیت سیستم ایمنی در مقابله با سرطان به شدت مورد توجه قرار گرفته است. عملکرد سیستم ایمنی سرکوب‌شده، توانایی یک کودک مبتلا به سرطان را برای شرکت در فعالیت‌بدنی منظم کاهش می‌دهد [۱]. کودکان سرطانی بستری شده در بیمارستان دارای سیستم‌های ایمنی تضعیف‌شده‌اند که به استراحت در تخت بیمارستان به دلیل ریکاوری پس از جراحی یا عفونت‌های شدید محدودند و موجب خستگی و عدم توانایی فعال شدن آن‌ها می‌شود [۲۶]. تمرینات ورزشی موجب افزایش سطح سلول‌های کشنده طبیعی^{۴۱} (NK) و سلول‌های T سیتوتوکسیک^{۴۲} در تومورهای بیمار مبتلا به سرطان می‌شود [۹]. در طی ورزش، به‌خصوص ورزش هوازی با شدت متوسط، نوتروفیل‌ها به‌طور موقت افزایش می‌یابند. اگرچه تأثیرات یک ورزش حاد گذرا هستند، اما آثار تکراری ورزش ممکن است یک اثر تجمعی ایجاد و سیستم ایمنی بیمار را تقویت کند [۱۵]. هافمن گتز و همکاران^{۴۳} (۱۹۹۴) گزارش کرده‌اند که فعال شدن سلول‌های کشنده طبیعی توسط لنفوکین^{۴۴} در حیوانات ورزش کرده بیشتر است [۲۷].

تمرینات ورزشی با شدت کم تا متوسط می‌توانند به‌طور بالقوه بیان سیتوکین‌ها را تنظیم کنند و سیستم ایمنی بدن کودکان بیمار مبتلا به سرطان را بهبود بخشند [۲۸]. تمرینات ورزشی با افزایش نفوذپذیری خون و افزایش درجه حرارت بدن، نقش مهمی در بهبود تحرک داروهای درمانی سرطان، تحرک سلول‌های ایمنی بدن [۹]، افزایش نفوذ سلول‌های کشنده طبیعی، افزایش نفوذپذیری ماکروفاژها، افزایش قطر عروق خونی داخل عضلانی و کاهش حجم تومور سرطانی دارند [۱۱]. افزایش درجه حرارت بدن با اصلاح عروق توموری توسط القاء IL-6، trans-signaling، اجازه تردد سلول T سیتوتوکسیک به تومورها را می‌دهد [۹]. نورشاهی و همکاران^{۴۵} (۲۰۱۲) بیان کرده‌اند که حجم تومور با تمرینات ورزشی در گروه تمرین نسبت به گروه کنترل ۲۹ درصد کاهش داشته است [۱۱].

چامورو وینیا و همکاران^{۴۶} (۲۰۱۰) مشاهده کردند که تعداد سلول‌های دندریتیک^{۴۷} در گروه کنترل

تمرینات ورزشی در کودکان سرطانی، آمادگی قلبی و ریوی، قدرت عضلانی و انعطاف‌پذیری آنان را بهبود می‌بخشد



عارضه جانبی درمان سرکوب ایمنی است [۳]. شیمی‌درمانی^{۴۴} عمده‌ترین درمان سرطان در کودکان، بدین‌گونه است که در سلول‌های توموری سنتز DNA و RNA را مهار و رونویسی و تکثیر تومورها را متوقف می‌کند و باعث آسیب رساندن به غشاهای سلول توموری و سپس باعث ایجاد مرگ سلول توموری می‌شود. ولی استفاده از شیمی‌درمانی اغلب با گسترش واکنش‌های جانبی از جمله افسردگی [۱] و [۳۲]، از دست دادن وزن شدید^{۴۵} [۳۳] و بیماری‌های قلبی و عروقی [۱۵] محدود شده است. شیمی‌درمانی در کودکان، سیستم ایمنی بدن آن‌ها را سرکوب می‌کند و ممکن است با رشد طبیعی آن‌ها تداخل ایجاد کند و موجب افزایش حساسیت به عفونت و بازماندن از رشد یا تأخیر در رشد اسکلتی عضلانی آن‌ها در طول درمان شود. شیمی‌درمانی با ایجاد کم‌خونی، باعث کاهش ظرفیت انتقال اکسیژن خون می‌شود و ممکن است بر خروجی قلب تأثیر بگذارد و به همین دلیل خون‌رسانی به بافت‌های بدن به‌ویژه عضلات در طی ورزش کم می‌شود. دوزهای شیمی‌درمانی با تخریب عملکرد قلب ارتباط مستقیم دارند. شیمی‌درمانی سبب تضعیف دستگاه گوارش کودک می‌شود و می‌تواند با تغذیه وی تداخل کند و در نتیجه باعث تضعیف عرضه انرژی به عضلات و موجب خستگی وی شود [۶]. تمرینات ورزشی با کاهش درد، بهبود افسردگی و بهبود عوامل قلبی و عروقی، به بهبود کیفیت زندگی بیمار می‌انجامد [۶، ۳۲ و ۳۴].

سان‌خوان و همکاران^{۴۶} (۲۰۰۸) نتایج مثبتی را پس از اجرای یک برنامه ورزشی در میان کودکان در طول دوره شیمی‌درمانی گزارش کرده‌اند. جمعیت مورد مطالعه آن‌ها به افزایش قابل توجهی در آستانه تهویه^{۴۷} و حداکثر اکسیژن مصرفی دست یافتند. مطالعه دیگری از سان‌خوان و همکاران^{۴۸} (۲۰۰۸) نیز مزایای مشابهی را برای یک برنامه تمرین ورزشی در میان کودکان دارای سرطان خون در سلول‌های بنیادی خون‌ساز (HCT) نشان داده است [۳۵]. شارکی و همکاران^{۴۹} (۱۹۹۳) آثار یک برنامه تمرین هوازی را در میان کودکان سرطانی که با انتوروسیکلین درمان شده‌اند، مورد بررسی قرار داد. در میان بیمارانی که برنامه دو هفته‌ای را به اتمام رساندند، میانگین زمان تمرین در آزمون تمرین قلبی (CPET) از قبل تا پس از آزمایش ۱۳ درصد بهبود را نشان داد. آن‌ها همچنین بهبود در میزان حداکثر اکسیژن دریافتی و آستانه بی‌هوازی را گزارش کردند [۳۶].

پرتودرمانی^{۵۰} دیگر درمان کودکان سرطانی [۳۷] باعث اسکلروز فیبروتیک در بافت‌های عصبی بیمار می‌شود، و درد، خستگی، کاهش ظرفیت هوازی،

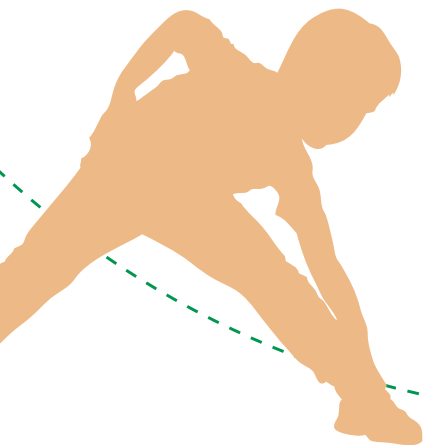
کاهش قدرت، کاهش توده عضلانی، بیماری‌های قلبی و عروقی، تغییرات غدد درون‌ریز، تغییرات ایمنی، ضعف حسی، ضعف بدنی، عفونت‌های ریه و در نهایت، کاهش کیفیت زندگی آنان را به همراه دارد [۱، ۲۶، ۱۵۶، ۳۸]. مناطق سالم در اطراف محل‌های اشعه‌درمانی تحت تأثیر قرار می‌گیرند و باعث کاهش عملکرد مغز بیمار می‌شوند. در مطالعات مختلف نشان داده شده که تمرینات ورزشی برای درمان و کمک به بهبود کودک پس از پرتودرمانی کمک‌کننده‌اند. داده‌های ساحنون و همکاران^{۵۱} (۲۰۱۷) نشان می‌دهند که ورزش می‌تواند در ترکیب با مداخلات با هدف بهبود کودکان پس از پرتودرمانی مفید باشد [۳۹].

علائم درمان سرطان کودکان

درمان سرطان در کودکان به شدت با تضعیف بهبودی بیمار و عوارض متعدد، از جمله کاهش وزن، اختلالات متابولیکی، کم‌خونی، خستگی و از دست دادن توده عضلانی^{۵۲}، افسردگی، اضطراب و مشکلات شناختی در کودکان مرتبط است. [۱، ۹، ۶، ۳۸، ۴۰، ۴۱]. عوارض جانبی سرطان موجب می‌شوند کودکان مبتلا به افسردگی، نسبت به داروهای ضدسرطان مطابقت کمتری داشته باشند [۱، ۳۸]. کودکان سرطانی با متابولیسم تریپتوفان باعث تولید کینورینین^{۵۳} گردش خون می‌شود که قادر به عبور از سد خونی مغزی^{۵۴} و ایجاد افسردگی است. نشان داده شده است که تمرینات ورزشی، کینورینین را به اسید کینورینیک^{۵۵} متابولیزه می‌کند. اسید کینورینیک نمی‌تواند از سد خونی مغزی عبور کند و در نتیجه از افسردگی بیمار محافظت می‌شود [۹]. شور و همکاران^{۵۶} (۱۹۹۹) گزارش داده‌اند که یک تمرین هوازی ۱۲ هفته‌ای، ۳۰ دقیقه در هر جلسه، سه بار در هفته به‌طور قابل توجهی موجب بهبود آمادگی جسمانی و کاهش اضطراب در کودکان پس از پایان درمان شده است [۴۲].

از نشانه‌های بارز سرطان در بیماران سرطانی کاشکسیا^{۵۷} است که دلیل آن تولید اکتیوین^{۵۸} (ActA) و میوآستاتین^{۵۹} (Mstn) توسط برخی از این تومورهاست و موجب کاهش وزن، بی‌اشتهایی، ضعف و کم‌خونی بیمار می‌شود [۴۰ و ۴۱]. کیم و همکاران^{۶۰} (۲۰۰۴) دریافتند که میزان مایوآستاتین mRNA به میزان معناداری (۴۴٪) در پاسخ به یک جلسه فعالیت مقاومتی کاهش می‌یابد [۴۳]. یافته‌های هیتل و همکاران^{۶۱} (۲۰۱۰) نیز نشان داده است که با افزایش میوآستاتین در شرایط بیماری، تمرینات ورزشی سطح پروتئین میوآستاتین عضله و پلازما را کم و از آتروفی عضلات جلوگیری می‌کند [۴۴].

تمرینات
استقامتی،
خستگی را
کاهش می‌دهد
و آمادگی
هوازی کودکان
سرطانی را بهبود
می‌بخشد



در حالی که برخی از کودکان مبتلا به سرطان با کاهش وزن و کاشکسیا مبارزه می کنند، گروهی دیگر از کودکان مبتلا به سرطان به میزان زیادی وزن به دست می آورند

از دیگر آثار مهم بیماری های پیشرفته سرطان سارکوپنیا^{۶۲} است که معمولاً به علت شیمی درمانی باعث کاهش حجم عضله اسکلتی به همراه کاهش قدرت عضله و عملکرد فیزیکی آن می شود [۴۵]. کاهش ظرفیت بازسازی عضلات و تخریب عملکرد سلول های ماهواره ای^{۶۳} به موجب فرایند سارکوپنیا انجام می گیرد. آدامز و همکاران^{۶۴} (۲۰۱۶) تأثیر تمرین مقاومتی و هوازی را بر سارکوپنیا در بیماران مبتلا به سرطان که شیمی درمانی دریافت کرده بودند بررسی کردند. آنان دریافتند که تمرینات مقاومتی نسبت به هوازی منجر به معکوس شدن سارکوپنیا و افزایش قدرت عضلانی می شود و بهبود کیفیت زندگی بیماران را به همراه دارد [۴۶].

در حالی که برخی از کودکان مبتلا به سرطان با کاهش وزن و کاشکسیا مبارزه می کنند، گروهی دیگر از کودکان مبتلا به سرطان به میزان قابل توجهی وزن به دست می آورند. این افراد معمولاً، مبتلا به درمان های محرومیت هورمونی هستند. تمرین با کاهش عوامل التهابی (IL-6، TNF-a، CRP) به طور مستقیم در طول ورزش با کاهش میزان چربی احشایی، و کاهش وزن بیمار همراه است [۱۱].

خستگی، مهم ترین عارضه ناشی از درمان، تأثیر منفی بر فعالیت بدنی و سلامتی روانی کودکان می گذارد. خستگی به علت عدم آمادگی عضلانی ناشی از بیماری و درمان در کودک بیمار است [۶]. تحقیقات نشان داده اند که خستگی ناشی از درمان با ورزش کاهش می یابد. یه و همکاران^{۶۵} (۲۰۱۱) [۴۷]، بلاویروک و همکاران^{۶۶} (۲۰۰۹) [۴۸]، کیتس و کولوس رید^{۶۷} (۲۰۰۸) [۴۹] و اولدروول و همکاران^{۶۸} (۲۰۰۳) [۵۰] بیماران سرطانی را مورد مطالعه قرار دادند و نتایج آنان نشان داد که تمرینات ورزشی موجب بهبود آمادگی جسمانی، استقامت قلبی، قدرت، انعطاف پذیری، کیفیت زندگی و بهبودی قابل توجهی در کاهش خستگی کودکان شده است [۴۹].

تمرینات ورزشی و سرطان کودکان

تمرینات ورزشی به عنوان درمان غیر دارویی، تأثیرات مفیدی بر عوامل فیزیولوژیکی و دستگاه اسکلتی عضلانی، عصبی مرکزی و سیستم های قلبی و عروقی بیماران سرطانی دارد [۵۱]. مداخلات تمرینی گزینه ای امن و تا حدی مؤثرند [۳، ۱]. فعالیت بدنی موجب اکسیژن دار کردن خون، افزایش ظرفیت حمل اکسیژن خون، افزایش عرضه خون اکسیژن دار می شود و به عضلات فعال و افزایش توانایی عضلات برای مصرف اکسیژن و تولید نیرو در هنگام انقباض می انجامد [۶]. گوهر و همکاران^{۶۹} (۲۰۱۱) [۵۲] و اسپایر و همکاران^{۷۰} (۲۰۱۰) بهبود کلی در کیفیت زندگی در پاسخ به یک مداخله ورزشی در میان کودکان سرطانی

در طی مراحل حاد درمان را گزارش کرده اند [۵۳]. حتی در مورد فعالیت والدین بیماران سرطانی، مطالعه نوریس و همکاران^{۷۱} (۲۰۱۰) نشان داده است که همبستگی معناداری بین سطح فعالیت والدین و طول عمر کودکان دارای سرطان وجود دارد [۵۴].

دو نوع عمده از تمرینات بیماران سرطانی، تمرینات مقاومتی و استقامتی است. تمرینات مقاومتی (بی هوازی) باعث افزایش حجم و قدرت عضلانی در مقابل مقاومت خارجی می شوند و خستگی، کیفیت زندگی، آمادگی جسمانی، قدرت بدنی، سطح تری گلیسرید و افزایش چربی بیمار را بهبود می بخشد [۵۱، ۵۲، ۵۳]. مشارکت منظم در یک برنامه تمرینی قدرتی، موجب افزایش تراکم مواد معدنی استخوان، بهبود مهارت های موتور حرکتی، افزایش ظرفیت فیزیکی کودکان و وضعیت کلی سلامت و آمادگی جسمانی آن ها می شود [۶]. فاکت و همکاران^{۷۲} (۲۰۱۳) و کرامر و همکاران^{۷۳} (۲۰۱۴) معتقدند که تمرینات مقاومتی در بیماران مبتلا به سرطان باعث بهبود کیفیت زندگی آنان شده است [۹، ۵۵، ۵۶]. فیوسا لوسس و همکاران^{۷۴} (۲۰۱۷) نشان دادند که یک برنامه تمرین ورزشی در بیمارستان برای کودکان مبتلا به سرطان با تومورهای جامد تحت درمان شیمی درمانی، قدرت عضلانی آنان را افزایش داده است [۵۱].

تمرینات استقامتی (تمرین هوازی) در مقابل تمرینات بی هوازی، نوعی دیگر از تمریناتی است که موجب بهبود عوامل قلبی و عروقی و بهبود کیفیت زندگی بیمار می شود. تمرینات استقامتی، خستگی را کاهش می دهد و آمادگی هوازی کودکان سرطانی را بهبود می بخشد. فر و همکاران^{۷۵} (۲۰۱۱) و یئو و همکاران^{۷۶} (۲۰۱۲) بیان داشته اند که تمرینات هوازی تأثیر معناداری بر کیفیت زندگی بیماران سرطانی داشته است [۹، ۵۷ و ۵۸]. خدانشناس و همکاران (۲۰۱۶) بیان داشته اند که تمرین هوازی می تواند باعث بهبود کیفیت زندگی کودکان شود و روی برخی از کارکردهای کیفیت زندگی آن ها مانند کارکرد جسمانی و هیجانی تأثیر بگذارد [۵۹].

سانتا مینا و همکاران^{۷۷} (۲۰۱۳) با مقایسه برنامه های مختلف تمرینی گزارش کرده اند که افزایش شدت تمرینات ورزشی لزوماً باعث افزایش نتایج بهتر روی کیفیت زندگی بیماران سرطانی نخواهد شد [۶۰] و پیش بینی می شود که در مقایسه با تمرینات با شدت بالا، تمرینات با شدت متوسط ممکن است برای انجام یک دوره طولانی پایدار تمرینی برای بیماران سرطانی امکان پذیرتر و ساده تر باشد [۶۱].

انجمن سرطان آمریکا^{۷۸} (ACS) پیشنهاد داده است که رژیم غذایی سالم، محدود کردن مصرف گوشت های فرآوری شده و گوشت قرمز، خوردن

پی‌نوشت

- در حال استراحت و در پاسخ ثانویه برای لنفوسیت‌های خاطره‌ای است.
38. Fiuza-Luces et al.
39. KIR2DS4 (Killer cell immunoglobulin-like receptor 2DS4)
فعالیت سلول‌های کشنده طبیعی را مهار می‌کند
40. Ladha et al.
41. Chemotherapy
42. Radiotherapy
۴۳. پیوند مغز استخوان و پیوند سلول‌های بنیادی، جایگزین مغز استخوان فرد بیمار با مغز استخوان فرد سالم است تا بیمار بتواند مقادیر بالای داروهای شیمی‌درمانی یا پرتودرمانی را دریافت کند.
44. Chemotherapy
45. Cachexia
46. San Juan et al.
۴۷. آستانه تهویه در طول ورزش، شروع افزایش تهویه با سرعت بیشتری نسبت به VO_2 می‌باشد. آستانه تهویه فردی میزان بی‌هواری و انباشتنی لاکتات وی را نشان می‌دهد.
48. San Juan et al.
49. Sharkey et al.
50. Radiotherapy
51. Sahnoune et al.
۵۲. از دست دادن توده عضلانی می‌تواند ناشی از عوامل حاصل از تومور (Myostatin, PTHrP6) باشد که با گردش خون ترشح و باعث تخریب عضله می‌شوند.
۵۳. کینورین (Kynurenine) متابولیت اسید آمینه تربیتوفان مورد استفاده در تولید نیاسین است.
54. Blood-brain barrier
۵۵. تولید اسید کینورینیک وابسته به فعال شدن فاکتور PGC-1 α است که با تمرین استقامتی افزایش می‌یابد.
56. Shore et al.
۵۷. کاشکسیا (cachexia) سندرم ضعیف شدن بدن است که با کاهش وزن، بی‌اشتهایی، ضعف و کم‌خونی مشخص می‌شود.
58. Activin A
۵۹. میواستاتین (Myostatin) پروتئینی است که از عضله اسکلتی بیان و وارد خون می‌شود و عملکرد اصلی آن تنظیم منفی حجم توده عضلانی است.
60. Kim et al.
61. Hittel et al.
62. Sarcopenia
63. Satellite cells
64. Adams et al.
65. Yeh et al.
66. Blaauwbroek et al.
67. Keats and Culos-Reed
68. Oldervoll et al.
69. Gohar et al.
70. Speyer et al.
71. Norris et al.
72. Focht et al.
73. Cramer et al.
74. Fiuza-Luces et al.
75. Ferrer et al.
76. Yeo et al.
77. Santa Mina et al.
78. American Cancer Society
79. Extra Cellular Matrix
80. Adipocytes
1. Cancer
۲. اختلالات آمادگی جسمانی، معمولاً شامل تضعیف عملکرد قلبی-ریوی، کاهش قدرت عضلانی، خستگی و تغییر عملکرد فیزیکی است.
3. Exercise
4. Quality Of Life (QOL).
5. Cardio Respiratory Fitness
۶. سرطان خون لنفوبلاستی (Acute Lymphoblastic Leukemia) نوع لوسمی سلول‌های لنفاوی یا لنفوسیت‌هاست که بافت‌های لنفاوی را می‌سازند.
7. Radiation
۸. اشعه ماورای بنفش خورشیدی، عامل اصلی سرطان پوست است.
۹. افلاتوکسین (aflatoxin) سرطان‌زای قوی کبدی است که به دلیل ذخیره نادرست بادام‌زمینی و دیگر دانه‌های ذخیره شده به‌وجود می‌آید.
۱۰. مواد سمی داخل دود تنباکو شامل بنزواپروژن، دی‌متیل‌نیتروسامین و ترکیبات نیکل است.
11. Chemicals
12. Viruses
۱۳. تلومراز، محافظ انتهایی کروموزومی است که در طی هر مرحله از تکرار DNA کوتاه می‌شود.
14. Sarcoma
15. Leukemia
16. Lymphoma
17. Epithelial
18. Phorbol Esters
۱۹. پروتئین کیناز C (Protein Kinase C) کنترل عملکرد پروتئین‌های دیگر را از طریق فسفوریلاسیون انجام می‌دهد.
20. Hyperplasia
21. Dysplasia
22. Metastasis
23. Hypoxia
24. Vascular endothelial growth factor
۲۵. 8-Oxo-2 deoxyguanosine یکی از محصولات اصلی اکسیداسیون و نشانگر آسیب اکسیداتیو DNA است.
۲۶. β -catenin واسطه‌ای در مسیر سیگنالینگ WNT است و نقش مهمی در سرطان کولون دارد.
27. Focal adhesion kinase
28. Proto-oncogene tyrosine-protein kinase Src
29. SPARC (secreted protein acidic and rich in cysteine)
30. Exercise-conditioned
۳۱. سلول‌های کشنده طبیعی (killer cell)، تومور و سلول‌های آلوده به ویروس را تشخیص می‌دهند و از بین می‌برند.
۳۲. سلول‌های ایمنی T سیتوتوکسیک (cytotoxic T cells) بدن را برای شناسایی و ریشه‌کن ساختن سلول‌های تبدیل‌شده به سرطان بررسی می‌کنند.
33. Hoffman-Goetz et al
34. Lymphokine-activated killer cell
35. Nourshahi et al.
36. Chamorro-Viña et al.
۳۷. سلول‌های دندریتی (Dendritic cells) از سلول‌های عرضه‌کننده آنتی‌ژن هستند. عملکرد اصلی آن‌ها پردازش آنتی‌ژن‌ها و ارائه آنتی‌ژن‌ها در پاسخ اولیه برای لنفوسیت‌های

منابع در دفتر مجلات موجود است

حداقل ۲،۵ واحد سبزیجات و میوه، خوردن دانه‌های کامل، داشتن اندامی مناسب و جلوگیری از اضافه وزن، موجب پیشگیری از سرطان می‌شود [۴، ۹ و ۶۲]. بافت چربی جهش‌یافته، منبع پروتئین‌های مختلف^۹ (ECM)، سلول‌های بنیادی سرطان و آدیپوسیت‌های^{۸۰} مرتبط با سرطان هستند [۱۵]. کاهش مصرف کالری، انجام فعالیت بدنی، کنترل وزن و جلوگیری از افزایش وزن برای کاهش بافت چربی به کودکان توصیه می‌شود [۴، ۱۵ و ۶۲].

انجمن سرطان آمریکا تمرینات ورزشی برای بیماران سرطانی کودک و نوجوان را شامل یک ساعت فعالیت با شدت متوسط تا شدید در هر جلسه، حداقل سه روز در هر هفته با انجام ۱۵ دقیقه فعالیت با شدت متوسط تا شدید در هفته پیشنهاد کرده است. از این میزان تمرین، ۷۵ دقیقه آن را در هفته به تمرینات هوازی به همراه تمرینات قدرتی با ۸ تا ۱۰ تمرین، ۱۰ تا ۱۵ تکرار در گروه عضلانی عمده (قفسه سینه، پشت، بازوها، شانه‌ها، شکم، سرینی، چهارسر، همسترینگ و دوقلو ساق) در هر جلسه به همراه تمرینات انعطاف‌پذیری (خم‌شدن، باز شدن، حرکات جانبی و چرخش)، بر گروه‌های عضلانی و مفاصل بزرگ، ۲ الی ۳ جلسه در هفته اختصاص داده است. گفتنی است قبل از شروع هر برنامه ورزشی، بیمار باید با پزشک خود مشورت داشته باشد [۹ و ۶۳] و هر جلسه از تمرینات، توسط متخصصان ورزشی نظارت شود (حداقل یک مربی برای دو کودک سرطانی) [۶، ۵۱].

نتیجه‌گیری

برنامه تمرینی برای کودکان مبتلا به سرطان، می‌تواند برای افزایش قدرت عضلانی، آمادگی جسمانی و کیفیت زندگی آن‌ها انجام شود. کودکان مبتلا به سرطان می‌توانند تمرینات ورزشی را در طول درمان سرطان بدون عوارض جانبی بر سیستم ایمنی و عوامل رشدی انجام دهند. تمرینات ورزشی برای کودکان مبتلا به سرطان کاملاً امن و برای تقویت آمادگی قلبی و عروقی و عضلانی آن‌ها بسیار مفید است. تمرینات ورزشی می‌توانند برای پیشگیری از سرطان و افزایش کیفیت زندگی بیماران در حین و پس از درمان مفید باشند. کودکانی که با بیماری سرطان زندگی می‌کنند می‌توانند نوع فعالیت مورد علاقه خود را در راستای تمرینات هوازی یا مقاومتی با مزایای مشابه سلامتی انجام دهند. با توجه به مزایای بی‌شمار تمرینات ورزشی در کودکان و نوجوانان مبتلا به سرطان، توصیه می‌شود برنامه‌هایی برای افزایش فعالیت بدنی کودکان سرطانی در بیمارستان یا خانه ارائه شود.