Iranian Journal of Cancer Care (IJCA) Original Article

Vol. 1 No. 4 Winter 2023

The Use of Radiotherapy During Surgery in the Treatment of Brain Tumors: A Systematic Review

Abbasi Veldani N[1], Pourandish Y[2], Mehrabi F[3]*

1- Resident in Neurosurgery, Student Research Committee, Arak University of Medical Sciences, Arak, Iran.
2- MSc Student in Nursing, Student Research Committee, Arak University of Medical Sciences, Arak, Iran.
3- Nursing Instructor, Department of Nursing, Faculty of Nursing and Midwifery, Arak University of Medical Sciences, Arak, Iran.
Corresponding Author: Mehrabi F, Nursing Instructor, Department of Nursing, Faculty of Nursing and Midwifery, Arak University of Medical Sciences, Arak, Iran.
Email: Fmehrabi1392@gmail.com

Received: 6 May 2020 Accepted: 9 June 2020

Abstract

Introduction: Brain tumors are less common than other cancers; however, they are associated with serious symptoms and poor prognosis. Most brain tumors has treated through surgery combined with radiotherapy and chemotherapy. These therapeutic methods are associated with neurotoxic complications that lead to low quality of life in patients. Intraoperative Radiation Therapy (IORT) is an innovative combination of surgery and radiotherapy, which is direct radiation to the tumor bed during tumor resection. IORT is a new therapeutic method; therefore, the present 5-year systematic review has conducted to introduce IORT and its advantages and disadvantages in the treatment of brain tumors.

Methods: In this systematic review study, PubMed, Google Scholar, Cochrane Database, and Trip Medical Database, and CINAHL Database were searched for the published articles over a five year (2014 to 2019) using the keywords, including IORT and Brain Tumor and Intraoperative Radiation Therapy AND Brain Tumor. Articles has checked with the PRISMA checklist. Finally, 50 articles were included in the study.

Results: IORT method used in the treatment of brain tumors, especially glioblastoma. The effective radiation dose to treat brain tumors is 15-40 Gy. However, the appropriate technique and patient selection is the key to success with IORT. It used to treat recurrent pelvic, head and neck, and colorectal cancers, but it has shown more effective to treat brain tumors.

Conclusions: IORT is an effective treatment for brain tumors, especially glioblastoma. It is more effective than external radiation therapy, due to the reduced tumor recurrence, maximal protection of healthy tissue, shorter duration of treatment, and cost-effectiveness.

Keywords: Radiotherapy, Surgery, Brain tumor.

[Downloaded from ijca.ir on 2026-11-01]

نشریه مراقبت سرطان | مقاله پژوهشی

دوره ۱، شماره ٤، زمستان ۱٤۰۱

استفاده از رادیوتراپی حین جراحی در درمان تومورهای مغزی: یک مرور نظامند

نیما عباسی ولدانی[۱]، یاسمن پوراندیش[۲]، فاطمه مهرابی[۳*]

۱- دستیار تخصصی جراحی مغز و اعصاب، کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشگاه علوم پزشکی اراک، اراک، ایران.
۲- دانشجوی کارشناسی ارشد پرستاری، کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشگاه علوم پزشکی اراک، اراک، ایران.
۳- مربی، گروه پرستاری، دانشکده پرستاری اراک، دانشگاه علوم پزشکی اراک، اراک، ایران.
نویسنده مسئول: فاطمه مهرابی، مربی، گروه پرستاری، دانشکده پرستاری اراک، دانشگاه علوم پزشکی اراک، اراک، ایران.
ایمیل: fmehrabi1392@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۲/۱۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۳/۲۰

چکیده

مقدمه: بروز تومورهای مغزی در مقایسه با سایر سرطان ها از شیوع کمتری برخوردار است، اما دارای علائم جدی و پیش آگهی ضعیف است. درمان اغلب تومورهای مغزی جراحی همراه با رادیوتراپی و شیمی درمانی است. تمامی این مراحل دارای عوارض نوروتوکسیسته بوده و باعث کاهش کیفیت زندگی بیماران می شود. پرتودرمانی در حین جراحی روش درمانی نوآورانه و ترکیبی از جراحی و پرتو درمانی است که در طی جراحی برداشتن تومور، پرتو دهی به بستر تومور نیز انجام می شود. باتوجه به جدید بودن این روش، برای معرفی این روش و مزایا و معایب آن، برآن شدیم تا به بررسی مرور سیستماتیک IORT در درمان تومورهای مغزی بپردازیم.

روش کار: در این مطالعه مرور نظام مند، پایگاه های معتبر بین المللی شامل: Scopus, Medline PubMed, Google Scholar CINAHL ,Trip و بانک های اطلاعاتی داخلی Magiran, SID بین سالهای ۲۰۱۴ تا ۲۰۱۹ مورد جستجو قرار گرفتند. کلیه جستجوها بر مبنای استراتژی مناسب بر اساس کلیدواژه های IORT, Intraoperative Radiation Therapy, Brain Tumor و واژه های Mesh مناسب و با استفاده از چک لیست PRISMA انجام شد. در نهایت از ۵۰ مقاله جستجو شده ۸ مقاله وارد مطالعه گردید.

یافته ها: تکنولوژی IORT در درمان تومورهای مغزی بخصوص گلیوبلاستوما و بیشتر در کشورهای توسعه یافته آمریکا و اروپا مورد توجه قرار گرفته است. میزان دوز پرتودهی موثر در درمان تومورهای مغزی ۱۵تا ۴۰ گری انرژی است. از این روش در درمان سرطانهای مکرر لگن، سر و گردن و کولورکتوم نیز استفاده می شود اما درصد موفقیت در تومورهای مغزی بیشتر است.

نتیجه گیری: این روش در درمان تومورهای مغزی به خصوص گلیوبلاستوماو تومورهای متاستاتیک مغزی روشی موثراست و نسبت به پرتو درمانی خارجی دارای مزایایی چون کاهش عود تومور، محافظت حداکثری بافت سالم، تعداد جلسات و هزینه کمتر است.

کلیدواژه ها: رادیوتراپی، جراحی، تومور مغزی.

مقدمه

در حال حاضر بیماریهای غیر واگیر عامل اصلی مرگ و میر در جهان محسوب می شود (۱) و سرطان عامل اصلی مرگ و میر ناشی از بیماریهای غیر واگیر است، بطوری که در سال ۲۰۱۸، تخمین زده شد در جهان ۱۸/۱ میلیون نفر مبتلا به سرطان شده و ۶/۹ میلیون مرگ ناشی از آن رخ داده است (۲). در این میان ۱/۶ ٪ از ابتلا های جدید و ۲/۵ ٪ از مرگ های ناشی از سرطان مربوط به تومورهای مغزی و دستگاه عصبی می شود (۲). ابتلا به تومورهای مغزی در ۲۰سال گذشته به خصوص در بزرگسالان ۴۰٪ رشد داشته است (۳). میزان ابتلا به تومورهای مغزی در مقایسه با سایر سرطان های شایع مانند ریه، سینه و پروستات کمتر است، اما علایم شدید و آزار دهنده به دلیل درگیری مستقیم بافت مغز، پیش آگهی ضعیف و میزان بقای پایین این بیماران به طوری که بقا پنج ساله در بیماران ۳۶ درصد تخمین زده می شود، باعث شده است تومورهای مغزی به بیماری رعب آوری بدل شود (۵-۳).

تومورهای مغزی نئوپلاسم های خوش خیم یا بدخیمی هستند که در دستگاه عصبی مرکزی (CNS) رشد می کنند (۶). تومورهای مغزی به دو نوع تومورهای مغزی اولیه و ثانویه تقسیم می شوند، تومورهای مغزی اولیه از بافت مغز نشات گرفته و تومورهای مغزی ثانویه حاصل متاستاز از دیگر بدخیمی های سیستمیک هستند (۷). در

[Downloaded from ijca.ir on 2026-11-01]

حال حاضر درمان قطعی برای بیماران مبتلا به تومورهای مغزی بدخیم وجود ندارد و اولویت درمان افزایش طول عمر بیمار و تسکین علایم ناشی از تومور است (۸). برنامه درمانی در اکثر این بیماران بصورت جراحی جهت خارج کردن تومور و پس از آن شروع شیمی درمانی و رادیوتراپی است، البته هر تومور با توجه نوع آن با پروتکل خاص خود درمان می شود (۱۲-۹). همه ی این درمان ها خود عوارض نوروتوکسیسیته را برای بیماران در پی دارند و می توانند کیفیت زندگی بیماران را کاهش دهند، در بررسی های انجام شده مشخص شده هرچه برنامه درمانی جامع تر بطور مثال شامل رادیوشیمی درمانی باشد کیفیت زندگی بیماران کمتر می شود (۱۳).

همانطور که اشاره شد رادیوتراپی بخش جدا نشدنی درمان تومورهای مغزی بدخیم محسوب می شود. رادیوتراپی به عنوان روش درمانی یا تسکینی تلقی می شود که می توان به تنهایی یا همراه با هر نوع دیگر از درمان های سرطان استفاده شود، در سطح جهان، رادیو تراپی خارجی رایج ترین نوع رادیوتراپی محسوب می شود (۱۵،۱۴). این نوع رادیوتراپی ممکن است با عوارض کوتاه مدت و طولانی مدت همراه باشد. عوارض جانبی کوتاه مدت در طول درمان یا طی ۳ ماه پس از رادیوتراپی رخ می دهد و عوارض دیررس پس از این مدت مشاهده می شود. عوارض کوتاه مدت عموماً طی چند هفته تا چند ماه بهبود می یابد، اما عوارض دیررس به طور کلی غیرقابل برگشت و پیشرونده هستند (۱۵). در بیماران مبتلا به سرطان های ناحیه سر و گردن عوارض رادیوتراپی جدی تر است بطوری که بیش از ۳-۴٪ این بیماران پس از رادیوتراپی به دلیل دچار شدن به عوارض دیرس رادیوتراپی از جمله بدخیمی ثانویه، نکروز لوب تمپورال مغز، نکروز قاعده جمجمه یا پنومونی ناشی از آسپیراسیون مربوط به فلج اعصاب جمجمه ای دچار مرگ می شوند (۱۶). با توجه به آنچه بیان شد بنظر میرسد توجه به کاهش عوارض روش های درمانی در بیماران تومورهای مغزی از اهمیت ویژه ای برخوردار است.

پرتودرمانی حین عمل جراحی یا Intraoperative radiation therapy (IORT) روشی نوآورانه و ترکیبی از جراحی و پرتو درمانی است (۱۸،۱۷). ایده استفاده از رادیو تراپی در حین جراحی به سال ۱۹۰۰ میلادی بر می گردد و اولین بار توسط Comas و Prio در سال ۱۹۰۵ در درمان سرطان رحم مورد استفاده قرار گرفت (۲۰،۱۹). انجام IORT نسب به انجام رادیو تراپی خارجی دارای عوارض کمتر و مزایای بیشتر همچون: حفاظت بیشتر از بافت سالم چون در روش IORT می توان اپلیکاتورها را برای محافظت بافت سالم در برابر تابش جابجا کرد (۲۲،۲۱)، کاهش احتمال عود مجدد تومور و سرطان ثانویه (۲۳)، زمان کمتر در این روش نسبت به پرتو درمانی خارجی بطوریکه IORT در یک جلسه ۲۰تا ۵۰ دقیقه تمام می شود ولی پرتو درمانی خارجی ۵ الی ۶ هفته زمان نیاز دارد (۲۵،۲۴)، صرفه اقتصادی بیشتر نسبت به پرتو درمانی خارجی (۲۷،۲۶)، برای تومورهایی که قابل خارج کردن نیستند IORT می تواند تابش را روی بافت تومورال متمرکز کند و اثرات موضعی را بر روی بافت های مجاور و اعصاب را کاهش دهد (۲۸).

مکانیسم عمل:

استفاده از IORT بدین صورت است که ابتدا تومور با جراحی برداشته می شود و در حالی که بیمار هنوز بیهوش است در طی یک جلسه دوز بسیار بالا و یکنواخت در محدوده۲۰-۱۰ گری پرتو با توجه به مشخصات تومور به بستر تومور برداشته شده تابیده می شود (۱۸،۱۷). از آنجایی که در حین جراحی امکان خارج کردن کامل تومور بطور صد در صد وجود ندارد و در اکثریت موارد مقداری از سلول های سرطانی تومور در ناحیه جراحی باقی می ماند یا امکان خارج کردن کل تومور به دلیل حساس بودن بافت اطراف امکان پذیر نیست استفاده از این روش می تواند سلول های سرطانی باقی مانده را از بین ببرد (۳۰،۲۹). با استفاده از IORT امکان عود موضعی تومور بطور چشمگیری کاهش می یابد و دوز کمتری از پرتو به بافت سالم می رسد (۳۱). در طول مدت زمان پرتودهی سعی می شود اندام های حساس به پرتو و بافت های سالم موجود در مجاورت بستر تومور از مسیر پرتو کنار زده شده یا به کمک حفاظ های پرتوی مخصوص محافظت شوند، در حقیقت هدف مهم این است که دوز پرتو تابیده شده به بافت سالم را به کمترین مقدار برسد و بیشترین دوز به بستر تومور فرستاده شود (۳۲).

بطور کلی رادیوتراپی حین جراحی را می توان به سه شیوه مختلف انجام داد: ۱. رادیو تراپی حین جراحی با الکترون (IOERT) ۲. رادیو تراپی حین جراحی با آهنگ دوز بالا (HDR-IORT) ۳. رادیو تراپی حین جراحی با پرتو ایکس کم انرژی (Low KV-IORT) (۳۲-۳۴).

استفاده از الکترون (IOERT) برای پرتو دهی به بستر تومور از مرسوم ترین روش های IORT است (۱۷)، چون در این روش به دلیل توزیع یکنواخت باریکه الکترونی و عمق

[Downloaded from ijca.ir on 2026-11-01]

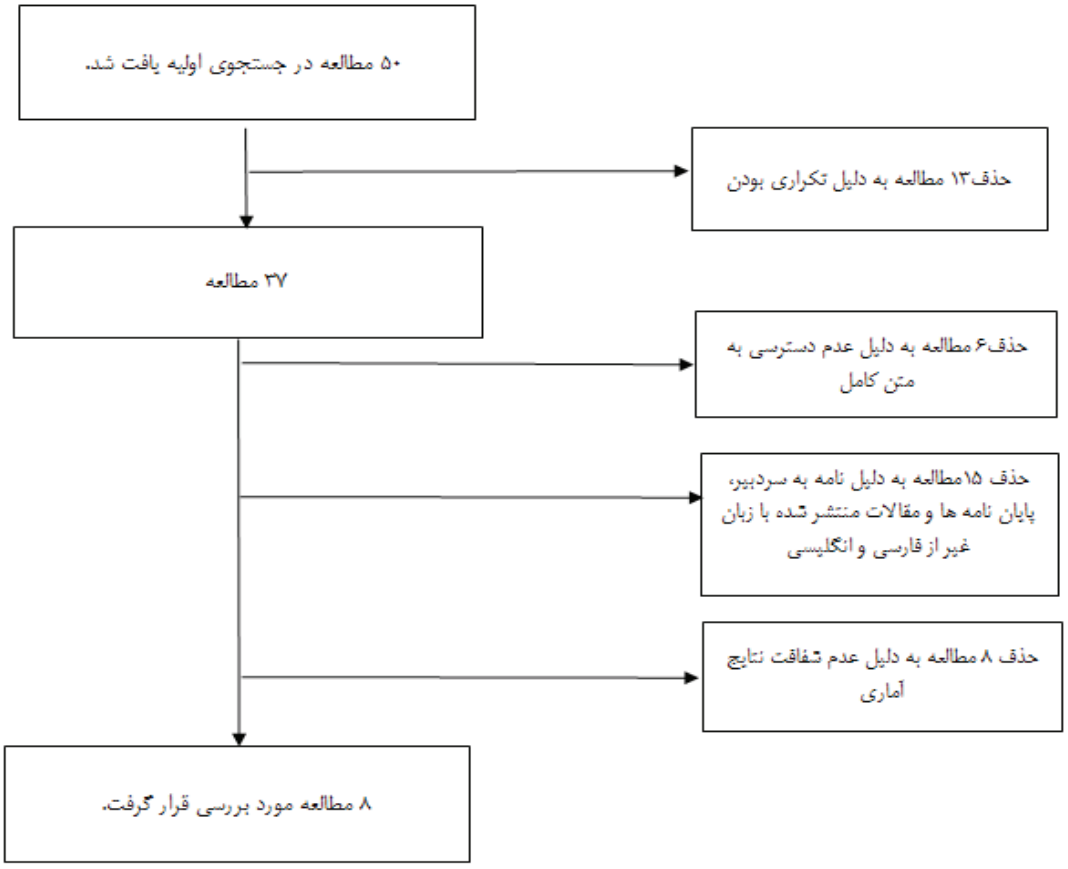
نفوذ محدود الکترون بافت سالم زیر بستر تومور از آسیب حفظ می شود (۳۵) و کوتاهی زمان درمان منجر به عدم اتلاف زمان برای سایر بیماران می شود، همچنین این نوع از IORT منجر به بهبود شاخص درمان می شود. استفاده از IOERT نیاز به اتاق عملی دارد که بتوان همزمان در آن جراحی و پرتو دهی را انجام داد، با توجه به محدودیت های اتاق عمل از دستگاه های شتاب دهنده الکترون کوچک و قابل حمل برای اجرای IORT استفاده می شود. این شتاب دهنده ها در سه نوع : LIAC ، NOVAC 7 و Mobetron موجود است (۳۸-۳۶). برای تابان‌دن پرتو از دستگاه های نامبرده به محل جراحی از ابزارهای خاص متمرکز کننده که اپلیکاتور نام دارد استفاده می شود. اپلیکاتور ها به سه دلیل مهم هستن: ۱. تعیین ناحیه هدف ۲. محافظت از بافت های خارج از ناحیه هدف ۳. محافظت از بافت های حساس قرار گرفته درون ناحیه هدف در حین تابش (۳۹). اپلیکاتور ها در سطح مقطع های دایره ای، بیضوی، مستطیلی و مربعی در جنس های پلاستیکی و فلزی موجود است. ضخامت اپلیکاتور باید حداقل باشد تا بتواند پرتو دهی کامل را به ناحیه هدف انجام دهد (۳۷-۳۶).

روش کار

برای نگارش این مقاله جستجو در بازه زمانی پنج ساله ۲۰۱۴ تا ۲۰۱۹ در پایگاه های PubMed ,Google Scholar, Trip Medical Database, Cochrane, CINAHL با جستجو عبارات زیر صورت گرفت:

IORT AND Brain Tumor و Intraoperative Radiation Therapy AND Brain Tumor که در نهایت از ۵۰ مقاله جستجو شده ۸ مقاله وارد مطالعه گردید.

در این مطالعه معیار ورود شامل تمامی انواع مقالاتی که در بازه زمانی ۲۰۱۴ تا ۲۰۱۹ منتشر شدند، همچنین مطالعاتی که از لحاظ آماری شفاف نبودند و متن کامل در دسترس نبود از نتایج جستجو حذف شدند، در بررسی مقالات از چک لیست PRISMA استفاده شد.



نمودار ۱: انتخاب و غربالگری مقالات براساس چک لیست PRISMA

[Downloaded from ijca.ir on 2026-11-01]

یافته ها

۸ مقاله در این مرور ۵ ساله براساس معیارهای ورود ، مورد بررسی قرار گرفت. استفاده از این تکنولوژی در درمان تومورها در مطالعات کلینیکی مختلفی صورت پذیرفته است. Giordano و همکاران در سال ۲۰۱۴ در بیماران مبتلا به گلیوبلاستوما از این تکنولوژی استفاده کردند و استفاده از آن را موثر دانستند. انجام پرتو درمانی حین جراحی با دوز اشعه ۲۰-۴۰ و بعد از آن انجام شیمی درمانی ۱۵۰-۲۰۰ mg/m2 با داروی Temezolomide توصیه شده است. پیگیری مجدد هر ۳ ماه یکبار با انجام MRI ضروری است (۴۰). این روش در کشورهای توسعه یافته آمریکا و اروپا در درمان تومورهای مغزی متاستاتیک توجه قرار گرفته است (۴۱) حتی می توان از این روش برای درمان ارائه دوز درمانی مناسب برای تومورهای بزرگ متاستاتیک مغزی تا دوز ۳۰گری استفاده نمود که این امکان در رادیوتراپی خارجی وجود ندارد (۴۲). Haneder و همکاران در سال ۲۰۱۴ گزارش یک مورد درمان گلیوبلاستومای مکرر را با این روش بیان کرد. آنها در این مطالعه درمان گلیوبلاستوما مولتی فرم بعنوان خطرناک ترین، کشنده ترین، تهاجمی ترین تومور را استفاده از IORT می دانند (۴۳).

در ایران نیز برای اولین بار صادقی و همکاران در سال ۲۰۱۵ برای درمان گلیوبلاستوما از این روش بهره بردند. آنها نیز اثر بخشی این روش را نسب به سایر روش ها تایید نمودند و گزارش کردند IORT سبب بهبود عملکرد بیماران و افزایش کیفیت زندگی بیماران شده و در مقایسه با جراحی به تنهایی عوارض کمتری دارد (۴۴). در اکثر مطالعات بعد از IORT ، از شیمی درمانی با temozolamide استفاده کرده اند (۴۰-۴۵).

Herskind و همکاران در سال ۲۰۱۷، IORT را در ترکیب immune checkpoint blockade (ICD) برای درمان تومور مغزی موثر دانسته اند. . آنها دوز موثر IORT را در مطالعه شان ۱۵-۲۵ گری گزارش کردند (۴۶).

مزایای IORT عبارتند از:

- انجام پروسیجر در محل دقیق موضع
- فرستادن هدفمند اشعه با دوز بالا به بستر تومور
- به حداقل رساندن آسیب به بافتهای طبیعی اطراف
- امکان افزایش دوز فراتر از پرتودرمانی خارجی
- کوتاه‌تر شدن کل زمان صرف شده برای درمان
- کاهش عوارض نوروتوکسیسته
- افزایش تحویل دوز موثر به بستر تومور (۳۳-۳۷).

عوارض IORT عبارتند از :

زخم ، استئو رادیونکروز، فیستول و نوروپاتی شایعترین عوارض این درمان هستند. با این حال ، این موارد با دوزهای کمتر از ۲۰ گری نادر هستند و از این لحاظ هیچ تفاوتی با سایر روش ها ندارند . افت فشار شریان کاروتید نیز یک عارضه نادر اما کشنده است که ممکن است بعد از IORT رخ دهد. بنابراین حفاظت از عروق و اعصاب اصلی از بخش مهم درمان می باشد. سایر عوارض شامل حرکت سلولهای سرطانی و عود موضعی است (۴۶-۴۷).

با این حال ، تکنیک مناسب و انتخاب بیمار، کلید موفقیت در IORT است. از این روش علاوه بر درمان تومورهای مغزی در درمان سرطانهای مکرر لگن ، سر و گردن و کولورکتوم نیز استفاده می شود اما درصد موفقیت در تومورهای مغزی بیشتر است (۴۸).

جدول ۱: مقالات مرتبط وارد شده به مطالعه

نویسنده	سال انتشار	هدف مطالعه	نوع مطالعه	تعداد بیماران مورد مطالعه	نتایج
Cifarelli و همکاران(۴۱)	۲۰۱۹	رادیوتراپی حین عمل (IORT) برای متاستازهای مغزی که از نظر جراحی محدود شده اند: تجزیه و تحلیل نتیجه از یک مطالعه همکاری بین المللی	کوهورت	۵۴	رادیوتراپی حین عمل (IORT) وسیله ای ایمن و مؤثر برای رساندن میزان اشعه مناسب و کنترل شده به حفره رزکسیون تومورهای مغزی متاستاتیک است. این روش دارای میزان کم نکروز ناشی از رادیوتراپی و میزان بالای کنترل اشعه به موضع تومور می باشد.
Giordano و همکاران(۴۹)	۲۰۱۹	رادیوتراپی حین عمل در گلیوبلاستوما تازه تشخیص داده شده (INTRAGO)	کارآزمایی بالینی	۱۵	استفاده از رادیوتراپی حین عمل (IORT) با دوزهای پایین بلافاصله پس از جراحی به محل رزکسیون گلیومابلاستوما می تواند در پیشگیری از عود مجدد گلیومابلاستوما تک کانونی مفید واقع شود و نسبت به سایر روش ها عوارض و سمیت کمتری ایجاد کند. همچنین temozolomide به عنوان داروی شیمی درمانی استفاده شده پس از استفاده از IORT مورد استفاده قرار گرفت.

[Downloaded from ijca.ir on 2026-11-01]

Vargo و همکاران (۵۰)	۲۰۱۸	امکان افزایش دوز با استفاده از رادیوتراپی حین عمل بعد از برداشتن متاستازهای بزرگ مغز در مقایسه با رادیوتراپی استریوتاکتیک بعد از عمل	کوهورت	۲۰	در تومورهای مغزی بزرگ متاستاتیک با استفاده از IORT میتوان تا ۳۰ گری انرژی را به بستر تومور تاباند که این امر با استفاده از رادیوتراپی استریوتاکتیک بعد از عمل قابل اعمال نیست. برای قسمت های ساقه مغز و ناحیه اپتیک توصیه می شود از میزان کمتر از ۳۰گری انرژی IORT استفاده کرد.
Herskind و همکاران (۴۶)	۲۰۱۷	ایمونوتراپی همراه با بخش عمده ای از رادیوتراپی: رادیوتراپی جراحی استرئوتایک برای متاستازهای مغزی --پیامدهای رادیوتراپی داخل عمل بعد از عمل جراحی	مروری	---	با توجه به اینکه احتمال عود تومورهای مغزی متاستاتیک بسیار زیاد است ترکیب ایمونوتراپی و رادیوتراپی می تواند نتایج امیدوار کننده ای در پیشگیری از عود این تومورها به همراه داشته باشد. استفاده از ترکیب ایمونوتراپی و رادیوتراپی به روشIORT موثرتر از روش پرتودرمانی استریوتاکتیک است و IORT بافت سالم کمتری را تخریب می کند.
Seddighi و همکاران (۴۴)	۲۰۱۵	اولین تجربه پرتودرمانی حین عمل جراحی در گلیوما مغزی با گرید بالا در ایران: گزارشی از سه مورد و مرور	گزارش موردی	۳	۳ بیمار گزارش شد : بیمار اول آقای ۴۳ ساله با عود مجدد گلیوما گرید ۲ پس از ۷ سال که تحت درمان با IORT قرار گرفت، میزان انرژی اعمال شده ۱۰/۳ گری بود. بیمار پس از جراحی بدون عارضه با سطح هوشیاری ۱۵مرخص گردید، در پیگیری های ۳ماهه علامتی از عود مجدد و عوارض ناشی از IORT مشاهد نشد. بیمار دوم آقای ۵۳ ساله با گلیوما گرید۳ که با میزان دوز ۱۲ گری انرژی تحت درمان با IORT قرار گرفت. بیمار پس از جراحی بدون عارضه با سطح هوشیاری ۱۵مرخص گردید، در پیگیری های ۳ماهه علامتی از عود مجدد و عوارض ناشی از IORT مشاهد نشد. بیمار سوم خانم ۳۰ ساله مورد رابدومیا گلیوما (Rhabdoid glio-blastoma) که ۱۲ ماه پیش تحت رادیوتراپی خارجی ۶۰گری قرار گرفته بوده است در حال حاضر دچار گلیوما درجه ۴ شده است. بیمار تحت IORT با دوز ۸/۸ گری قرار گرفت.
Weil و همکاران (۵۱)	۲۰۱۵	رادیوتراپی حین عمل برای معالجه متاستاز مغز انفرادی تازه تشخیص داده شده: تجربه اولیه و نتایج طولانی مدت	کوهورت	۲۳	نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد ،IORT با دوز ۱۴ گری تا حاشیه محیطی ۲ میلی متر برای درمان تومورهای مغزی متاستاتیک منفرد، از نظر کنترل موضعی(Local control) ، کنترل راه دور (distant control)و مدت بقای طولانی مدت با سایر روشهای متداول کاملاً مشابه بود. به نظر می رسد که جراحی همراه با IORT یک ترکیب کمکی برای درمان بیماران با درگیری CNS توسط سرطانهای منتشر سیستمیک است.
Giordano و همکاران (۵۲)	۲۰۱۴	آیا رادیوتراپی حین عمل (IORT) – گزینه ای برای معالجه مجدد گلیوبلاستوما است؟	مروری	----	مطالعات قبلی در مورد استفاده از (IOERT) در عود مجدد گلیوبلاستوما مولتی فرم(GBM)نتایج متناقض نشان داده اند، که بیشتر به دلیل محدودیت های فنی مرتبط با استفاده از اپلیکاتورهای لوله ای الکترونی بوده است. از آنجا که به نظر می رسد پوشش حجم هدف بیشترین تأثیر را در مدت بقا بیمار دارد ، IORT متناسب با هندسه با منابع تابشی کروی با ارائه ایزوتروپی کم انرژی پرتوهای X ، انتظار برای بهبود مداوم کارآیی IORT را به همراه دارد.
Giordano و همکاران (۴۰)	۲۰۱۴	INTRAGO: رادیوتراپی حین عمل در گلیوبلاستوما مولتی فرم: فاز I / II مطالعه افزایش دوز	مطالعه پروتکل، آینده نگر	---	INTRAGO شامل بیماران در سن ۵۰ سال و بالاتر با وضعیت عملکرد کارنوفسکی دسته کم ۵۰درصد و گلیوبلاستوما مولتی فرم تشخیص داده شده می باشد که تحت درمان با IORT به روش افزایش دوز به روش گلاسیک ۳+۳قرار گرفته اند. هدف اول بررسی عوارض استفاده از IORT مثل نکروز، خونریزی ، عدم ترمیم زخم جراحی می باشد و در مرحله بعد بقای بیماران مورد بررسی قرار خواهد گرفت. در نتیجه ، INTRAGO اولین مورد دوز مورد بررسی در مورد IORT برای گلیوبلاستوما مولتی فرم تازه تشخیص داده شده همراه با دوره درمان تتوزولومید با سازگاری هندسی بهینه شده در اپلیکاتورها است و یک پایه محکم برای آزمایش های بعدی با اندازه تصادفی (مرحله II یا III) ارائه می کند.

بحث و نتیجه گیری

پرتودرمانی حین عمل جراحی (IORT) از جمله روشهایی است که اگرچه تاریخچه ای یکصد ساله دارد اما امروزه با پیشرفت تکنولوژی کاربرد آن رو به گسترش می باشد. در این روش در حین عمل جراحی و بعد از برداشتن تومور (حتی گاهی از اوقات بافت تومور که غیر قابل جراحی می باشد) تحت پرتودرمانی قرار می گیرد. بدین ترتیب بافت هدف مستقیما در مقابل پرتوهای یونیزان قرار گرفته و حداقل تابش به بافت های سالم اطراف انتقال داده می شود که به همین علت این روش به رادیوتراپی دقیق (Precise Radiotherapy) مشهور می باشد. این روش که تلفیقی از دو روش جراحی و پرتودرمانی است از روشهای

[Downloaded from ijca.ir on 2026-11-01]

خـاص پرتودرمانـی بـوده کـه در آن مقـدار بالایـی اشـعه (۱۰ تـا ۲۰ گـری اشـعه) در یـک جلسـه و در حیـن عمـل جراحـی در تومـور یـا بسـتر آن توزیـع مـی گـردد. روش رادیوتراپـی حیـن عمـل یـا بـه طـور خلاصـه روش IORT بـا وجـود اینکـه یکـی از روشـهای سـنتی در درمـان سـرطان محسـوب مـی شـود ولـی هنـوز بـه عنـوان یـک روش پیشـرفته در مدیریـت درمـان بسـیاری از بسـترهای تومـور بـه کار گرفتـه مـی شـود.

ایـن روش معمـولا بـه صـورت قسـمتی از پروتـکل درمـان، کـه ممکـن اسـت همـراه بـا دیگـر روشـها از قبیـل شـیمی درمانـی یـا رادیوتراپـی بـا پرتـو خارجـی باشـد، اجـرا مـی شـود. درمانهـای ابتدایـی، بـرای کوچـک کـردن تومـور و بـه منظـور بـرش سـاده تـر تومـور صـورت مـی گیـرد. در برداشـتن تومـور بـه روش جراحـی، معمـولا تمـام حجـم تومـور از ناحیـه درمـان خـارج نمـی شـود و مقـداری از سـلولهای سـرطانی در ناحیـه درمـان باقـی مـی ماننـد. بـرای بهبـود کنتـرل ناحیـه ای درمان، یـک مقـدار دوز زیـاد تابشـی در طـی عمـل جراحـی در آن ناحیه توزیـع مـی شـود. ایـن در حالـی اسـت کـه همـه و یـا قسـمت اعظـم بافتهـای حسـاس اطـراف ناحیـه درمـان پوشـیده شـده و یـا خـارج از میـدان تابـش نگـه داشـته مـی شـود. اسـتفاده از ایـن روش در درمـان تومورهـای مغـزی و گلیوبلاسـتوما موثـر واقـع شـده اسـت و پیشـنهاد مـی گـردد بعنـوان درمـان جدیـد خـط مشـی بیمارسـتانها قـرار گیـرد.

References

1. World Health Organization. Global Health Observatory. Geneva: World Health Organization; 2018. who.int/gho/database/en/. Accessed June 21, 2018.
2. Bray, F. et al. Global cancer statistics 2018: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries. CA Cancer J. Clin.68, 394-424 (2018).
3. Jemal A, Siegel R, Xu J, Ward E. Cancer statistics, 2010. CA Cancer J Clin 2010;60:277-300.
4. Ohgaki H, Kleihues P. Population-based studies on incidence, survivalrates, and g-enetic alterations in astrocytic and oligode-ndroglial gliomas.J Neuropathol Exp Ne-urol 2005;64:479-89.
5. Ge L, Hoa NT, Cornforth AN, Bota DA, Mai A, Kim DI, Chiou SK, Hickey MJ, Kruse CA, Jadus MR. Glioma big potassium channel expression in human cancers and possible T cell epitopes for their immunotherapy. The Journal of Immunology. 2012 Sep 1;189(5):2625-34.
6. Arita H, Kinoshita M, Kagawa N, Fujimoto Y, Kishima H, Hashimoto N, et al. 11C-methionine uptake and intraoperative 5-aminolevulinic acid-induced fluorescence as separate index markers of cell density in glioma. Cancer. 2012;118(6):1619-27.
7. Ohgaki H, Kleihues P. Population-based studies on incidence, survivalrates, and g-enetic alterations in astrocytic and oligode-ndroglial gliomas.J Neuropathol Exp Ne-urol 2005;64:479-89.
8. Kirkbride P, Tannock IF. Trials in palli-ative treatment-have the goal posts been moved? Lancet Oncol 2008;9:186-7.
9. Nimsky C, von Keller B, Schlaffer S, Kuhnt D, Weigel D, Ganslandt O, et al. Updating navigation with intraoperative image data. Topics in Magnetic Resonance Imaging. 2008; 19(4):197-204.
10. Paulus W, Peiffer J. Intratumoral histologic heterogeneity of gliomas. A quantitative study. Cancer. 1989; 64(2):442-7.
11. Pötzi C, Becherer A, Marosi C, Karanikas G, Szabo M, Dudczak R, et al. Methionine and Fluorodeoxyglucose PET in the follow-up of glioblastoma multiforme. Journal of neuro-oncology. 2007;84(3):305-14.
12. Preusser M, de Ribaupierre S, Wöhrer A, Erridge SC, Hegi M, Weller M, et al. Current concepts and management of glioblastoma. Annals of neurology. 2011;70(1):9-21.
13. pakpour haji agha A, yekani nejhad M S, khoshnevisan A, nikobakht M, mardani A, kamali ardakani S. Health related quality of life associated factors among patients with brain tumors. sjimu. 2013; 21 (3) :1-11.
14. Citrin, D. E. Recent developments in radiotherapy. N. Engl. J. Med.2017; 377, 1065–1075.
15. De Ruysscher D, Niedermann G, Burnet NG, Siva S, Lee AW, Hegi-Johnson F. Radiotherapy toxicity. Nature Reviews Disease Primers. 2019 Feb 21;5(1):1-20.
16. Lee, A. W. et al. A multicenter, phase 3, randomized trial of concurrent chemoradiotherapy plus adjuvant chemotherapy versus radiotherapy alone in patients with regionally advanced nasopharyngeal carcinoma: 10-year outcomes for efficacy and toxicity. Cancer. 2017;123, 4147–4157.
17. Baghani HR, Aghamiri SM, Mahdavi SR, Akbari ME, Mirzaei HR. Comparing the dosimetric characteristics of the electron beam from dedicated intraoperative and conventional

[Downloaded from ijca.ir on 2026-11-01]

radiotherapy accelerators.J Appl Clin Med Phys.2015;16(2):5017.
18. Cella L, Liuzzi R, Salvatore M. The Italian affair: the employment ofparallel-plate ionization chambers for dose measurements in highdose-per-pulse IORT electron beams.Med Phys.2010;37(6):2918–24.
19. Medina, Rosa, Francesc Casas, and Felipe A. Calvo. "Radiation oncology in Spain: historical notes for the radiology centennial." International Journal of Radiation Oncology• Biology• Physics 35, no. 5 (1996): 1075-1097.
20. Krengli, Marco, Felix Sedlmayer, Felipe A. Calvo, Elena Sperk, Carla Pisani, Claudio V. Sole, Gerd Fastner, Carmen Gonzalez, and Frederik Wenz. "ISIORT pooled analysis 2013 update: clinical and technical characteristics of intraoperative radiotherapy." Translational Cancer Research 3, no. 1 (2014): 48-58.
21. Matsumine A, Tsujii M, Nakamura T, Asanuma K, Matsubara T, Kakimoto T, et al. Minimally invasive surgery using intraoperative electron-beam radiotherapy for the treatment of soft tissue sarcoma of the extremities with tendon involvement. World journal of surgical oncology. 2016;14(1):214.
22. Nevelsky A, Bernstein Z, Bar-Deroma R, Kuten A, Orion I. Design and dosimetry characteristics of a commercial applicator system for intra-operative electron beam therapy utilizing ELEKTA Precise accelerator. Journal of applied clinical medical physics. 2010;11(4):57-69.
23. Woolf DK, Williams NR, Bakshi R, Madani SY, Eaton DJ, Fawcitt S, et al. Biological dosimetry for breast cancer radiotherapy: a comparison of external beam and intraoperative radiotherapy. Springerplus. 2014;3(1):329.
24. Bhandari T, Babaran W, Forouzannia A, Williams V, Harness J, Carpenter M, et al. A prospective phase I comparison of toxicity and cosmesis outcomes of single-fraction IORT and hypofractionated radiotherapy with IORT boost in early-stage breast cancer. Brachytherapy. 2017;16 (6):1232-8. e2.
25. Mourtada F. Physics of intraoperative radiotherapy for the breast. Short course breast radiotherapy: Springer; 2016. p. 317-25.
26. Patel R, Ivanov O, Voigt J. Lifetime cost-effectiveness analysis of intraoperative radiation therapy versus external beam radiation therapy for early stage breast cancer. Cost Effectiveness and Resource Allocation. 2017;15(1):22.
27. Mosalanezhad H, Kavosi Z, Keshavarz K, Akrami M, Sarikhani M. Cost-effectiveness of radiotherapy during surgery compared with external radiation therapy in the treatment of women with breast cancer. Journal of Health Management and Informatics. 2016;3(2):33-8.
28. Azzam AZ, Alqarni A, Amin TM. The role of intraoperative radiotherapy (IORT) in the management of patients with pancreatic and periampullary cancer: A single center experience. Journal of the Egyptian National Cancer Institute. 2018;30(2):77-9.
29. Herranz E, Herraiz J, Cal-González J, Corzo P, Guerra P, Udias J, editors. Iterative reconstruction of whole accelerator phase spaces for Intraoperative Radiation Therapy (IORT) from measured dose data. 2011 IEEE Nuclear Science Symposium Conference Record; 2011: IEEE.
30. Esposito A, Sakellaris T, Limede P, Costa F, Cunha LT, Dias AG, et al. Effects of shielding on pelvic and abdominal IORT dose distributions. Physica Medica. 2016;32(11):1397-404.
31. Falco M, Masojć B, Milchert-Leszczyńska M, Kram A. Frequency of whole breast irradiation (WBRT) after intraoperative radiotherapy (IORT) is strongly influenced by institutional protocol qualification criteria. Reports of Practical Oncology & Radiotherapy. 2018;23(1):34-8.
32. Willett, Christopher G., Brian G. Czito, and Douglas S. Tyler. "Intraoperative radiation therapy." Journal of clinical oncology .2007: 25(8)971-977.
33. Harrison LB, Minsky BD, Enker WE, Mychalczak B, Guillem J, Paty PB, Anderson L, White C, Cohen AM. High dose rate intraoperative radiation therapy (HDR-IORT) as part of the management strategy for locally advanced primary and recurrent rectal cancer. International Journal of Radiation Oncology* Biology* Physics. 1998 Sep 1;42(2):325-30.
34. Willett CG. Intraoperative radiation therapy. International journal of clinical oncology. 2001 Oct 1;6(5):209-14.
35. Calvo F, Sole C, Herranz R, Lopez-Bote M, Pascau J, Santos A, et al. Intraoperative radiotherapy with electrons: fundamentals, results, and innovation. ecancermedicalscience. 2013;7..
36. Gunderson LL, Willett CG, Calvo FA, Harrison LB. Intraoperative irradiation: techniques and results: Springer Science & Business Media; 2011.
37. Biggs P, Willett CG, Rutten H, Ciocca M,

[Downloaded from ijca.ir on 2026-11-01]

Gunderson LL, Calvo FA. Intraoperative electron beam irradiation: physics and techniques. Intraoperative Irradiation: Springer; 2011. p. 51-72.
38. hosseini aghdam M R, baghani H, mahdavi S R, aghamiri S M R. Mont Carlo study on validation of intraoperative radiation therapy accelerator (LIAC) head. IJRSM. 2015; 3 (2) :21-26.
39. Nevelsky A, Bernstein Z, Bar-Deroma R, Kuten A, Orion I. Design and dosimetry characteristics of a commercial applicator system for intra-operative electron beam therapy utilizing ELEKTA Precise accelerator. Journal of applied clinical medical physics. 2010;11(4):57-69.
40. Giordano FA, Brehmer S, Abo-Madyan Y, Welzel G, Sperk E, Keller A & etal. INTRAGO: intraoperative radiotherapy in glioblastoma multiformea phase I/II dose escalation study. BMC Cancer. 2014 Dec 22;14:992. doi: 10.1186/1471-2407-14-992.
41. Cifarelli CP, Brehmer S, Vargo JA, Hack JD, Kahl KH, Sarria-Vargas G, Giordano FA. Intraoperative radiotherapy (IORT) for surgically resected brain metastases: outcome analysis of an international cooperative study. Journal of neuro-oncology. 2019 Nov 1;145(2):391-7.
42. Cifarelli C, Hack J, Jacobson GM, Vargo JA. Feasibility of Dose Escalation Using Intraoperative Radiotherapy Following Resection of Large Brain Metastases Compared to Post-Operative Stereotactic Radiosurgery. Brachytherapy. 2018 Jul 1;17(4):S46.
43. Haneder, Stefan & Giordano, Frank & Konstandin, Simon & Brehmer, Stefanie & Buesing, Karen & Schmiedek, Peter & Schad, Lothar & Wenz, Frederik & Schoenberg, Stefan & Ong, Melissa. (2014). 23Na-MRI of recurrent glioblastoma multiforme after intraoperative radiotherapy: technical note. Neuroradiology. 57. 10.1007/s00234-014-1468-2.
44. Seddighi A, Esmaeil Akbari M, Seddighi AS, Rakhsha A, Vaezi M, Zohrevand AH. First Experience of Intraoperative Radiation Therapy in Cerebral High Grade Glioma in Iran: A Report of Three Cases and Literature Review. Iran J Cancer Prev. 2015 Oct;8(5):e3795. doi: 10.17795/ijcp-3795. Epub 2015 Oct 27. PMID: 26634108.
45. Giordano FA, Brehmer S, Mürle B, Welzel G, Sperk E, Keller A & etal. Intraoperative Radiotherapy in Newly Diagnosed Glioblastoma (INTRAGO): An Open-Label, Dose-Escalation Phase I/II Trial Neurosurgery. 2019 Jan 1;84(1):41-49. doi: 10.1093/neuros/nyy018.
46. Herskind C, Wenz F and Giordano FA. Immunotherapy Combined with Large Fractions of Radiotherapy: Stereotactic Radiosurgery for Brain Metastases—Implications for Intraoperative Radiotherapy after Resection. Front. Oncol.2017; 7:147. doi: 10.3389/fonc.2017.00147.
47. Pilar A, Gupta M, Ghosh Laskar S, Laskar S. Intraoperative radiotherapy: review of techniques and results. Ecancermedicalscience. 2017 Jun 29;11:750. doi: 10.3332/ecancer.2017.750.
48. Kraus-Tiefenbacher U, Bauer L, Scheda A, Schoeber C, Schaefer J, Steil V & et al. Intraoperative radiotherapy (IORT) is an option for patients with localized breast recurrences after previous external-beam radiotherapy. BMC Cancer. 2007. 14;7:178.
49. Giordano FA, Brehmer S, Mürle B, Welzel G, Sperk E, Keller A, Abo-Madyan Y, Scherzinger E, Clausen S, Schneider F, Herskind C. Intraoperative radiotherapy in newly diagnosed glioblastoma (INTRAGO): an open-label, dose-escalation phase I/II trial. Neurosurgery. 2019 Jan 1;84(1):41-9.
50. Vargo JA, Sparks KM, Singh R, Jacobson GM, Hack JD, Cifarelli CP. Feasibility of dose escalation using intraoperative radiotherapy following resection of large brain metastases compared to post-operative stereotactic radiosurgery. Journal of neuro-oncology. 2018 Nov 15; 140(2):413-20.
51. Weil RJ, Mavinkurve GG, Chao ST, Vogelbaum MA, Suh JH, Kolar M, Toms SA. Intraoperative radiotherapy to treat newly diagnosed solitary brain metastasis: initial experience and long-term outcomes. Journal of neurosurgery. 2015 Apr 1;122(4):825-32.
52. Giordano FA, Abo-Madyan Y, Brehmer S, Herskind C, Sperk E, Schneider F, Clausen S, Welzel G, Schmiedek P, Wenz F. Intraoperative radiotherapy (IORT) a resurrected option for treating glioblastoma. Translational Cancer Research. 2014 Feb 25;3 (1):94-105.

[Downloaded from ijca.ir on 2026-11-01]