

# Braquiterapia

## Braquiterapia Oftalmológica

*Dalila Mendonça*

### 1. Braquiterapia Ocular

#### Tumores Oculares

Tumores oculares, predominantemente melanomas oculares e retinoblastomas, são tumores do olho que surgem na camada uveal<sup>a</sup>. Tumores maiores são tratados com enucleação cirúrgica do olho, mas tumores menores geralmente são primeiramente irradiados afim de se preservar o olho e o máximo possível de visão funcional. Devido ao pequeno tamanho dos tumores oculares e a sua proximidade, praticamente imediata, com estruturas críticas do aparato óptico, os tratamentos devem atingir alta conformidade de dose e gradientes de dose acentuados, tipicamente associados à radiocirurgia estereotáxica (SRS) ou à braquiterapia. Em 2003, a American Brachytherapy Society (ABS) publicou recomendações clínicas para o tratamento de melanomas uveais.

Em oftalmologia, a ultrassonografia fotográfica digital é normalmente usada para identificar a posição dos tumores oculares e medir sua dimensão. Isso pode ser complementado por um estudo de ressonância magnética (MRI) ou por tomografia computadorizada (TC).

#### Braquiterapia Oftalmológica

A braquiterapia oftalmológica é utilizada para o tratamento de Melanomas Oculares ou melanomas coroidais e em retinoblastomas (mais comum em pacientes neonatais e bebês). Os primeiros tratamentos de braquiterapia oftalmológica eram realizados com Cobalto-60 e subsequentemente foram testadas outras fontes como o Irídio-192, Rutênio-106, Iodo-125, Paládio-103, Estrôncio-90 e Césio-131. Antes de 2002 os guidelines eram focados no Iodo-125 mas conforme outras fontes foram sendo utilizadas, novos protocolos foram estabelecidos pela American Brachytherapy Society.

A braquiterapia na forma de placas oculares tem sido usada com sucesso por muitas décadas no tratamento de melanomas oculares, com base no grande estudo randomizado COMS (Collaborative Ocular Melanoma Study), que examinou a enucleação versus a irradiação. Collaborative Ocular Melanoma Study (COMS) é um ensaio clínico multi disciplinar que desenvolveu estudos randomizados e padronizou as placas de braquiterapia para o tratamento de melanomas oculares.

Uma alternativa de tratamento é a radioterapia com feixes de prótons. Os feixes de prótons com energia de até 80 MeV são ideais para irradiação de melanomas oculares devido às suas características de deposição de dose e aos aspectos muito menos invasivos do procedimento comparado à braquiterapia oftalmológica. Os ensaios clínicos indicam que os feixes de prótons são mais úteis para tumores grandes e/ou localizados mais posteriormente, mas o uso de feixes de prótons tem sido historicamente muito limitado devido à pouquíssima disponibilidade de feixes clínicos de prótons. Com a recente proliferação de instalações clínicas de prótons, um número crescente de pacientes provavelmente será tratado usando essa modalidade. Da mesma forma, a acessibilidade mais ampla a máquinas de tratamento SRS dedicadas levou ao desenvolvimento de tratamentos

---

<sup>a</sup>A camada uveal, também conhecida como trato uveal, é uma das estruturas do olho humano e está localizada entre a esclera (a parte branca do olho) e a retina (a camada sensível à luz). É composta por três partes principais: a íris, o corpo ciliar e a coroide.

SRS de fração única utilizando o Gamma Knife ou CyberKnife. A imobilização do tumor para tratamentos com prótons ou SRS pode ser obtida por meio de dois métodos:

1. Exigir que o paciente olhe para um ponto fixo definido na sala de tratamento. Isso requer a cooperação do paciente; o posicionamento do olho pode ser verificado usando um sistema de raios-x para identificar marcadores fiduciais costurados na órbita.
2. Paralisar a musculatura ocular injetando anestesia local. A medicação age como um bolus e muda ligeiramente a posição do olho; a imagem de simulação, o planejamento do tratamento e a administração do tratamento devem ser realizados antes que o agente anestésico seja reabsorvido no corpo, geralmente dentro de 2 a 3 horas.

## Critério de Exclusão para Braquiterapia Com Placas Oftálmicas

Tumores com extensão extraoculares grosseiras (T4e ou maior de 5cm), diâmetros basais que excedem os limites de braquiterapia estabelecidos pelo tamanho das placas oftalmológicas e olho doloroso cego e sem percepção de luz.

## Possíveis reações

- Efeitos tardios - predominantes: Retinopatia radio-induzida, catarata, necrose escleral, Vazamento vascular periférico da retina com exsudação e hemorragia.
- Tumores próximos a fóvea ocular e ao nervo ótico podem causar morbidades como a cegueira. Quanto maior a distância entre a placa e a mácula ou o nervo ótico melhor o resultado visual.
- É possível evitar a incidência de retinopatia por radiação e neuropatia ótica aplicando injeções intravítreas de triancinolona e agentes anti-fator de crescimento endotelial vascular

## Tratamento

O documento feito em colaboração com a ABS - AAPM TG-129 abrange a dosimetria de placas oculares COMS de  $^{125}\text{I}$  e  $^{103}\text{Pd}$  utilizadas nos tratamentos de braquiterapia de tumores intraoculares. As prescrições típicas entregam 85 Gy em um ponto a 5 mm de profundidade. O diâmetro da placa ocular a ser utilizada é determinado pelo diâmetro máximo do tumor. As placas oculares consistem em um molde de metal redondo ou oval (de 8 mm a 20 mm de diâmetro) com suporte de liga de ouro para fornecer proteção ao tecido normal. As placas oculares têm inserções Silastic (silicone) padrão ou personalizáveis para as sementes radioativas. As sementes são coladas no lugar em slots especificamente projetados, depois cobertas com o suporte de ouro e esterilizadas antes de serem costuradas na parte de trás da órbita durante o tratamento. Em tumores próximos ou adjacentes ao nervo óptico, é usada uma placa entalhada (o entalhe se encaixa ao redor do nervo óptico). A placa ocular é costurada na sala de cirurgia e deixada normalmente por 3 a 7 dias enquanto o paciente está internado e, em seguida, é removida cirurgicamente. Ambos  $^{125}\text{I}$  e  $^{103}\text{Pd}$  (e mais raramente  $^{131}\text{Cs}$ ) são usados como fonte de baixa taxa de dose.

A localização das sementes, a intensidade das sementes e a duração do tratamento são determinados durante o processo de planejamento do tratamento. A profundidade do tumor é um parâmetro importante. O protocolo COMS especifica uma profundidade de 5 mm, mas para alguns tumores maiores isso deve ser modificado. Embora o protocolo COMS especifique uma margem basal de 3 mm, cálculos recentes indicam que é necessária uma margem de 5 mm para obter cobertura tumoral suficiente. Devido à baixa energia dos fótons emitidos pelas fontes, os cálculos de dose são altamente sensíveis ao modelo da semente, ao desenho da placa e a heterogeneidades no meio. Os cálculos da dose usando o algoritmo AAPM TG-43 para fontes pontuais e fontes lineares em meios homogêneos concordam dentro de alguns pontos percentuais com a dose no eixo central. No entanto, quando a heterogeneidade é contabilizada nos cálculos de dose por meio de modelagem

de Monte Carlo ou técnicas de rastreamento de raios, grandes diferenças de 37% ou mais foram observadas entre os métodos. Previamente aos rápidos desenvolvimentos de métodos aprimorados para cálculo de dose em braquiterapia, o AAPM TG-129, “**Dosimetry of  $^{125}\text{I}$  and  $^{103}\text{Pd}$  COMS Eye Plaques for Intraocular Tumors**”, recomenda:

*Antecipando ao TPS de braquiterapia que permite cálculos de dose heterogênea, por exemplo, correção semi-analítica do comprimento do caminho, MC, cone colapsado, ordenadas discretas ou outras abordagens, a AAPM e a ABS recomendam a realização de um cálculo ou estimativa de dose paralelo para incluir os efeitos de heterogeneidades do material da placa quando esses TPS de braquiterapia estiverem disponíveis. No mínimo, deve-se obter a dose corrigida pela heterogeneidade para o ponto de prescrição, mas preferencialmente uma distribuição de dose 2D.*

Para o comissionamento de um programa de braquiterapia baseados em placas oftalmológicas utilizando um sistema de planejamento de tratamento 3D, os guidelines existentes para os sistemas guiados por imagem utilizados no planejamento de tratamento baseados em ultrassom, TC ou RM devem ser seguidos. A calibração e o ensaio de sementes de braquiterapia de baixa taxa de dose são descritos no report da AAPM “**Low Energy Brachytherapy Source Calibration Working Group**”.

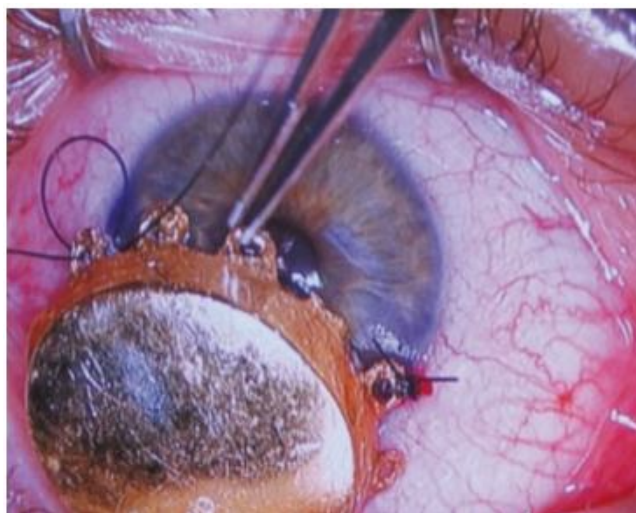
## Planejamento de Tratamento

- É necessário informações do oftalmologista quanto à lateralidade, estágio, tamanho do tumor (diâmetro e altura) que devem ser confirmados através de uma ultrassom e um diagrama de fundo detalhado contendo a localização do tumor, medidas tumorais assim como a distância do tumor até a fóvea, nervo ótico, glândula lacrimal, cristalino e o olho oposto.
- os dados do diagrama de fundo são transferidos para o TPS e é inserido os dados dosimétricos da fonte de radiação escolhida para o procedimento e então a dose no tumor e a dose nos OAR são calculadas com base na COMS e no TG-129.
- Os diâmetros do tumor devem ser menores que o PTV ou o diâmetro da placa para evitar perca geográfica.
- O ponto de prescrição deve ser no ápice do tumor, que é o ponto de espessura máxima.
- A isodose de prescrição deve cobrir todo o tumor para maximizar o controle local.
- A prescrição de dose para o Retinoblastoma é de 40Gy a 45Gy entre 1 - 5 dias.
- A dose total no ápice tumoral pode variar, dependendo do radionuclídeo escolhido, entre 70 Gy a 100 Gy nos casos de melanoma.
- A prescrição de Dose comum para o Melanoma Coróide é de 85 Gy em um mínimo de 5 mm de profundidade utilizando uma placa oftalmológica com 0.2 cm de margem em torno do diâmetro basal do tumor, que deve ser entregue entre 3 a 7 dias consecutivos.
- Existe um gradiente de dose e portanto a dose máxima pode variar com a profundidade de tratamento e dependendo do Radionuclídeo utilizado.
- Esta prescrição em um meio homogêneo entrega 75Gy a 5mm de profundidade para o  $^{125}\text{I}$  e 69 Gy a 5 mm de profundidade para o  $^{103}\text{Pd}$ .
- Para o I-125: A prescrição de 85Gy a 10 mm terá Dmax (inner-scleral) de 644 Gy, a 3 mm Dmax = 166 Gy e a 5mm Dmax é 260 Gy.
- Emissores Beta (Ru-106 e Rh 106): 5mm dmax = 800 Gy, são indicados para tratar lesões com espessura do ápice menor que 5 - 6 mm
- As placas de 106-Ru são finas, em torno de 1 mm

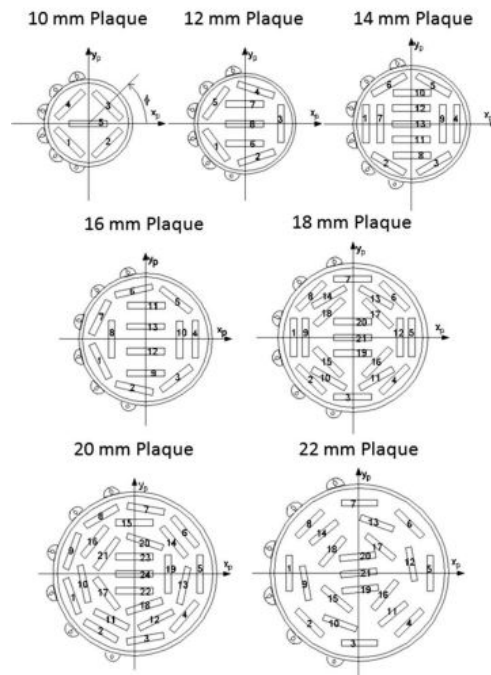
- $^{103}\text{Pd}$  com energia de 21 Kev,  $^{125}\text{I}$  com energia de 28Kev e  $^{131}\text{Cs}$  com energia de 30 Kev: aumenta progressivamente o gradiente de dose do menor para o maior; Aumenta a dose na esclera e diminui nas estruturas oculares normais.
- Métodos de cálculos heterogêneos acarretam em uma diferença de dose superior a 10% comparado aos cálculos em meios homogêneos;
- A taxa de dose não deve ser menor que o padrão COMS equivalente de 0.60Gy/h para o  $^{125}\text{I}$ .
- A atividade típica de  $^{125}\text{I}$  utilizada por semente varia entre 0.5 - 5 mCi para alcançar taxas de dose ente 0.5 - 1.25Gy/h
- A localização do tumor pode ser feita utilizando fundoscopia, fotografia de fundo e ultrassom. CT e RM podem ser utilizadas para a localização da lesão. Pós implante, a verificação da posição das placas é feita com ultrassom.
- Além das fontes já citadas, podem ser utilizadas  $^{90}\text{Sr}$  e  $^{90}\text{Y}$  (emissores beta) e o  $^{60}\text{Co}$ .

## Cirurgia

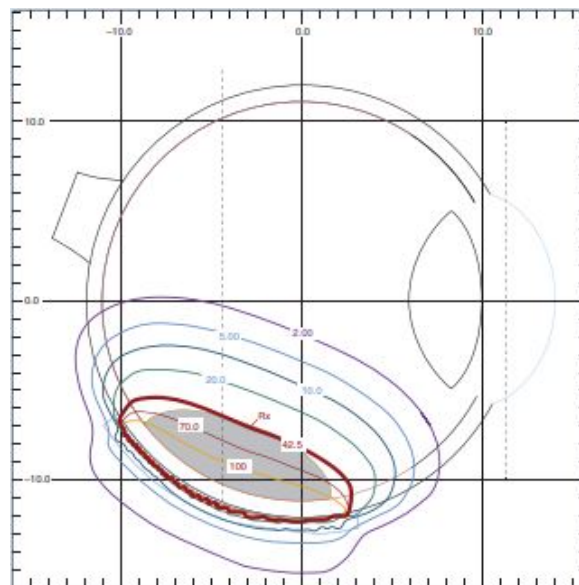
Recomenda-se uma equipe multidisciplinar de oncologista oftalmológico, radio-oncologista e físico médico. O tumor é localizado pelo cirurgião e é medido para identificar qual diâmetro de placa será utilizado, que deve considerar o diâmetro do tumor e a margem de planejamento. Na sequência a placa ocular é afixada na esclera ( tecido fibroso que reveste o olho) através de suturas e caso algum músculo ocular esteja impedindo a inserção da placa ele é realocado. O tempo de inserção é registrado no report e um tapa olho de chumbo é colocado sobre o olho afetado. Em seguida a placa permanece no local durante todo o tempo pré-planejado para fornecer a dose apropriada na profundidade e em seguida a placa é removida sob anestesia local e qualquer músculo ocular que tenha sido realocado para conseguir inserir a placa é colocado em seu lugar novamente.



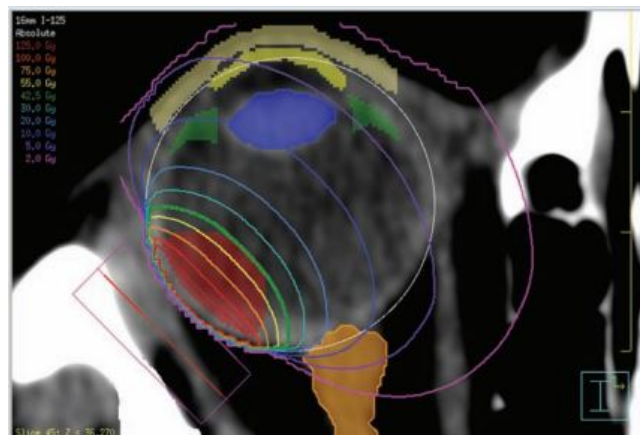
**Figura 1:** Fotografia externa da placa COMS feita de uma liga de ouro, costurada na esclera após a localização.



**Figura 2:** Diagrama das sementes distribuídas em placas COMS. Consistem em um suporte feito de uma liga de ouro com um portador de sementes feitos de Silastic(borracha de silicone) acoplados no suporte.



**Figura 3:** Distribuição de Isodose para uma Placa de Rutênio de 15.3mm modelo CCA, onde o alvo é a sombra cinza. Devido ao acentuado falloff de dose a profundidade de tratamento dessas placas são limitadas entre 5-6 mm a partir da superfície da placa.



**Figura 4:** Corte axial de TC mostrando a distribuição de isodose para uma placa de Iodo-125 COMS de 16 mm para entregar 42.5Gy no alvo (em vermelho). O perfil de dose baseado em Monte-Carlo, que considera os efeitos da capa de ouro e a atenuação nos portadores de silicone, foi atribuído à fonte, representada pelo retângulo.