

Le circuit de la personne soignée

⇒ Préparation du malade avant la procédure

La veille du traitement :

D'une manière générale, le patient est hospitalisé en début d'après-midi dans le Service de Neurochirurgie (Bâtiment H1, 3ème Etage, Unités 1 ou 3 Hôpital de Ranguel).

Les équipes médicales et paramédicales vont l'accueillir, répondre à ses questions et compléter le dossier médical. Une préparation locale est nécessaire : shampoing avec un produit antiseptique. Mais cette technique ne présente pas d'inconvénients sur le plan esthétique : pas de tonte des cheveux et pas de cicatrice.

Le jour du traitement :

A 7 heures dans la chambre du patient il lui est proposé éventuellement un traitement anxiolytique pour faciliter la procédure. La préparation cutanée est complétée par l'application d'un anesthésique transcutané local (crème Emla®) dans les régions frontales et occipitales où sera placé le cadre de stéréotaxie.

A 8 heures, le malade est accueilli au bloc opératoire de Neurochirurgie

Une voie veineuse avec perfusion d'un analgésique est mise en place avant de débiter la pose du cadre de stéréotaxie

⇒ Les différentes étapes du traitement : « une procédure classique »

Etape 1 : La mise en place du cadre de stéréotaxie sur la tête au bloc opératoire de Neurochirurgie

Qu'est-ce qu'un cadre de stéréotaxie ?

Un cadre de stéréotaxie est utilisé dans deux objectifs :

- 1) Soutenir et immobiliser la tête pendant les examens neuroradiologiques et le traitement lui-même.
- 2) Permettre de repérer, avec une précision millimétrique dans les trois plans de l'espace, la position et la forme exacte de la lésion intracrânienne à traiter.



Le cadre utilisé est celui développé par la Société BrainLAB. Il s'agit d'un anneau métallique qui est fixé sur le crâne et sur lequel s'adapte le casque de repérage référentiel.

Le neurochirurgien pose le cadre de manière symétrique. Celui-ci est maintenu à l'aide de 4 pointes contre l'os du crâne. Cette pose ne nécessite pas la tonte des cheveux. Afin d'éviter toute douleur et pour compléter l'anesthésie de la peau, 4 injections sous-cutanées d'un anesthésique locale sont effectuées au niveau des points de fixation en même temps qu'une perfusion intraveineuse d'analgésique (l'anesthésie générale est utilisée chez les jeunes enfants et très rarement chez l'adulte).

Etape 2 : L'imagerie de repérage est réalisée dans le service de Neuroradiologie

Après avoir fixé sur l'anneau du cadre, le casque de repérage, le malade est accompagné au Service de Neuroradiologie afin d'effectuer les examens définis selon le type de lésion à traiter (scanner +/- artériographie cérébrale).

Toutes ces données anatomiques sont nécessaires pour permettre de définir avec précision la localisation, la forme et le volume de la lésion, ainsi que ses rapports avec les structures cérébrales voisines et notamment les organes à risque.

La durée de cette étape « imagerie » est de moins d'une heure.



Etape 3 : La planification du traitement au Centre Régional de Radiochirurgie Stéréotaxique

Après avoir effectué ces examens radiologiques, le patient est transféré au Centre de Radiochirurgie et installé dans une salle de repos (assis ou allongé). Pour plus de confort, le casque de repérage est retiré, mais le cadre laissé en place.

L'analyse des différentes données d'imagerie pré et per-opératoires est alors effectuée par une équipe médicale pluridisciplinaire, associant neurochirurgiens, neuro-radiologues, radiothérapeutes et physiciens. Pour cela les images réalisées en condition stéréotaxique (scanner +/- artériographie) sont fusionnées à un IRM encéphalique préopératoire (séquences spécifiques à la pathologie traitée).



Ainsi, un plan de traitement tenant compte de la nature de la lésion, de ses dimensions et de la valeur fonctionnelle des structures avoisinantes est défini. Durant cette étape, l'appareillage est configuré pour déterminer les coordonnées exactes de la cible et le dosage précis du rayonnement.

Pendant cette période d'attente de 2 à 3 h, le malade a la possibilité de déjeuner, d'être accompagné par sa famille, de lire, d'écouter de la musique, de se déplacer...

Etape 4 : Installation et traitement au Centre Régional de Radiochirurgie Stéréotaxique

Le patient est conduit alors dans la salle de traitement et installé sur la table Novalis® Shaped Beam Surgery.

L'anneau entourant sa tête est fixé à la table afin d'empêcher tout mouvement pendant la durée du rayonnement.

Après avoir vérifié, à l'aide d'un laser, l'alignement précis de la tête dans l'axe du rayonnement, l'équipe médicale et paramédicale quitte la salle. Le malade reste relié en permanence avec l'extérieur par une vidéosurveillance et un interphone.



Dès le début du traitement, l'appareil Novalis en rotation va décrire des cercles autour de la tête tout en délivrant le rayonnement.

Ce traitement est indolore. Sa durée est particulièrement rapide avec le système Novalis puisqu'elle dure environ 20 minutes.

Etape 5 : Enlèvement du cadre dans le service de Neurochirurgie

Au terme de la procédure de traitement, le patient retourne dans le Service de Neurochirurgie. Le cadre de stéréotaxie est retiré.

Des soins locaux sont effectués au niveau des 4 points de fixation.



⇒ La sortie du patient et les suites post-procédure

Après un temps de repos et de surveillance post procédure, le malade peut regagner son domicile dès le lendemain et reprendre immédiatement toutes ses activités normales. Le calendrier de suivi sera adapté à l'évolution de la maladie.

Opérer le cerveau avec la plus grande précision sans ouvrir le crâne

La radio neurochirurgie stéréotaxique représente dans certains cas une alternative confirmée à la Neurochirurgie ouverte (craniectomie). Elle permet en effet de traiter en une seule séance, des lésions intracrâniennes de dimension limitée (diamètre maximum 3 cm) d'origine soit vasculaire soit tumorale bénigne ou maligne.

Elle permet aussi de traiter efficacement et sans risque des lésions cérébrales jusque là inopérables car soit inaccessibles (trop profondes ou situées dans des zones critiques) soit concernant des patients à trop grand risque chirurgical (sujet âgé ou fragile...).

Elle peut enfin être utilisée dans une stratégie multimodale comme complément d'un geste chirurgical (résidu tumoral inextirpable) ou endovasculaire (malformation vasculaire résiduelle après embolisation).

Ce traitement neurochirurgical s'inscrit dans la démarche moderne de développement d'une chirurgie cérébrale de moins en moins invasive mais de plus en plus précise. Cela a été rendu possible par l'association d'une méthodologie stéréotaxique et d'une irradiation puissante mais excessivement précise car guidée par l'image.

⇒ Un rappel historique

Le concept révolutionnaire de Radiochirurgie stéréotaxique par convergence de rayons de haute énergie a été introduit dès 1951 par un Neurochirurgien suédois le Professeur Lars Leksell considéré comme un novateur de génie. Si le premier prototype de gamma knife (bistouri à rayons gamma) a été réalisé en 1967 (201 sources fixes de cobalt), cette technique innovante n'a réellement connu un développement que dans les années 1980 avec les progrès fantastiques de l'imagerie cérébrale (notamment par résonance magnétique) et de l'informatique. La précision de la Radiochirurgie stéréotaxique dépend en effet directement de la qualité des images utilisées pour la guider. Par définition, quand on parle de Radiochirurgie stéréotaxique, on doit pouvoir assurer « une précision millimétrique ».

Plus récemment, les progrès technologiques ont permis aux accélérateurs linéaires classiques d'atteindre les mêmes performances, nécessaires pour réaliser une irradiation de très haute précision parfaitement reproductible. C'est en 1997 que la société allemande BrainLAB a introduit tout d'abord le micro collimateur multi lames m3® puis le logiciel de modulation d'intensité permettant de délivrer un rayonnement à haute énergie parfaitement conformationnel et homogène, c'est à dire épousant parfaitement le contour souvent irrégulier de la lésion en épargnant au mieux le tissu sain environnant. Le système Novalis® était né et avec lui la génération des accélérateurs linéaires totalement dédiés à la Radiochirurgie stéréotaxique.

⇒ Des indications validées et réglées

Les pathologies neurologiques qui peuvent être traitées avec le système linéaire dédié Novalis sont multiples et toujours en extension. On estime fin 2005 à plus de 400 000 le nombre de patients traités par Radiochirurgie Stéréotaxique dans le monde et a plus de 200 les articles scientifiques rapportant des résultats à long terme. Après 20 années d'expérience cumulée, l'efficacité et la sécurité de la radio neurochirurgie stéréotaxique sont aujourd'hui totalement confirmées. Il ne s'agit plus d'un traitement innovant en évaluation mais d'une technique neurochirurgicale validée sur des résultats.

Cette procédure thérapeutique constitue soit le seul traitement possible, soit une alternative à un abord chirurgical ou encore un complément à un autre traitement précédemment effectué. Le choix de la stratégie à adopter est décidé lors de concertations pluridisciplinaires et dépend de la pathologie concernée :

1. Les malformations artério-veineuses cérébrales :

Elles sont une indication fréquente (15 à 20% des indications) car elles se développent souvent dans des zones corticales fonctionnelles et/ou cérébrales profondes donc peu ou pas accessibles à la chirurgie classique. Elles se manifestent le plus souvent par des hémorragies cérébro-méningées et/ou des crises comitiales. Leur guérison exige une suppression complète de tous les vaisseaux anormaux. Le plus souvent, la Radiochirurgie est proposée en complément d'un autre traitement (chirurgie mais surtout embolisation). Elle peut être aussi réalisée en première intention quand la dimension maximum de son noyau vasculaire central, appelé « nidus », ne dépasse pas 2,5 à 3 cm. En effet, l'efficacité de la Radiochirurgie est progressive et retardée à un délai de 18 à 24 mois.

2. Les tumeurs cérébrales bénignes :

Elles représentent l'indication majeure estimée entre 35 et 40% :

Au premier rang viennent les neurinomes de l'acoustique ou (schwannomes vestibulaires) qui se manifestent généralement par une surdité homolatérale lentement progressive associée à des vertiges, bourdonnements... Il est possible grâce à la Radiochirurgie de traiter en première intention tous les neurinomes de petit volume (c'est à dire d'un diamètre maximal inférieur à 3 cm et ne s'accompagnant pas d'une compression du tronc cérébral). Cette technique rapporte les meilleurs résultats notamment sur le plan fonctionnel (conservation de l'audition utile, absence de paralysie faciale et de complications post-opératoires).

Les méningiomes, notamment de la base du crâne (sinus caverneux, fosse postérieure...) sont aussi d'excellentes indications, à condition qu'ils ne se développent pas en contact de structures à risques comme le sont les voies visuelles. Des stratégies combinées (chirurgie d'exérèse partielle plus radiothérapie, voire radiothérapie fractionnée stéréotaxique) peuvent être alors envisagées. D'autres tumeurs cérébrales bénignes devenues inopérables peuvent aussi être traitées en deuxième intention et si leur volume le permet, qu'il s'agisse de résidus

d'adénome hypophysaire, de craniopharyngiomes, d'épendymomes, de papillomes, d'astrocytomes pylocitiques....

3. Les tumeurs cérébrales malignes

Essentiellement les métastases cérébrales et vertébrales représentent un autre grand domaine d'indications (environ 30 à 35% dans le cadre d'une sélection parfaitement définie sur le plan neuro-oncologique). La Radiochirurgie stéréotaxique peut contrôler des métastases réputées radio-résistantes comme celles secondaires à un cancer du rein ou à un mélanome. Au niveau cérébral, on peut traiter dans la même séance jusqu'à 3 ou 4 métastases. Au niveau vertébral, il s'agit généralement d'une métastase osseuse unique et hyperalgique.

4. Les indications concernant le domaine de la radio neurochirurgie fonctionnelle

Elles sont en pleine extension ces dernières années. La première pathologie concernée est la névralgie du trijumeau surtout si elle touche un sujet âgé à risques opératoires après échec confirmé du traitement médical. D'autres indications fonctionnelles sont encore aujourd'hui en évaluation, il s'agit de la chirurgie des mouvements anormaux et de certaines épilepsies pharmaco-résistantes.

⇒ L'Activité Radio Neurochirurgicale en France

Elle s'est implantée en 1992 à Marseille au CHU La Timone sous l'impulsion du Professeur Robert SEDAN.

Le système Novalis du CHU de Toulouse Rangueil est le premier appareillage totalement dédié à la radio neurochirurgie stéréotaxique situé dans un environnement de neurosciences et de neuro-imagerie. Le premier système Novalis « corps entier » a été installé en octobre 2005 à Nantes dans un centre de radiothérapie. Par ailleurs, d'autres équipes font de l'irradiation en « condition stéréotaxique » mais de façon moins précise en utilisant des accélérateurs linéaires non dédiés et simplement adaptés.

Dans le futur, d'autres appareillages dédiés à la Radiochirurgie seront nécessaires en terme de besoins en santé publique (l'évaluation épidémiologique est de 3500 patients par an).

Les professionnels de la neurochirurgie stéréotaxique réunis en janvier 2006 ont confirmé les conclusions d'un rapport rédigé en 2000 par l'ANAES (actuelle HAS) qui précisent que pour justifier l'implantation d'un tel équipement, le centre doit répondre à trois critères discriminants :

1. Regroupement de disciplines complémentaires sur le même site (neurochirurgiens, neuroradiologues, radiothérapeutes, radiophysiciens).
2. Masse critique de 200 patients par an (pour valider l'expertise clinique et l'amortissement de l'appareillage).

3. Spécialisation du service dans cette activité neurochirurgicale spécifique.

C'est l'objectif que nous nous sommes donnés pour mettre en place cette nouvelle activité au CHU de Toulouse.

⇒ L'activité radiochirurgicale au CHU de Toulouse : Un partenariat Privé/Public et Interrégional

Dans la logique des arguments précédents, nous avons choisi de rattacher le centre de Radiochirurgie stéréotaxique au pôle de neurosciences et de l'installer au cœur du plateau technique d'imagerie et du service de biophysique médicale.

Cette activité s'est mise en place grâce à la forte implication du groupe ONCORAD : pôle libéral d'oncologie et de radiothérapie du grand Toulouse (centre de radiothérapie des cliniques Pasteur, Le Parc et Pont de Chaume). Deux médecins radiothérapeutes ont d'ailleurs accepté de partager leur activité avec une fonction hospitalière à mi-temps. La création de ce centre est donc synonyme d'un retour de la discipline radiothérapie au CHU alors que cette activité avait disparu lors de l'ouverture de l'Hôpital Rangueil en 1975.

En autorisant l'activité de Radiochirurgie et en lui attribuant les moyens nécessaires, notamment en ressources humaines, l'agence régionale de l'hospitalisation (ARH Midi-Pyrénées) lui a aussi donné une mission de santé publique de dimension régionale. C'est une raison de notre partenariat avec l'équipe neurochirurgicale de la Clinique des Cèdres, ce partenariat est aussi l'aboutissement normal d'une politique commune concernant ce projet depuis sa naissance, en 1992.

D'autre part, cette activité nouvelle a une dimension interrégionale avec l'implication très forte de l'équipe neurochirurgicale du CHU de Limoges qui, après avoir sélectionné ses indications, planifié l'imagerie cible, vient effectuer la phase finale du traitement dans ce plateau technique et partagé.

En pratique, dans le centre régional de chirurgie stéréotaxique, seront traités des malades pris en charge par quatre équipes neurochirurgicales (hôpital Rangueil, hôpital Purpan, CHU de Limoges et Clinique des Cèdres). Il s'agit d'un modèle d'organisation de soins hyper spécialisés, unique en France.

Si dans un premier temps, l'activité médicale concernera essentiellement des pathologies neurochirurgicales crâniennes, secondairement, elle s'étendra comme le permet le système Novalis « corps entier » à d'autres indications nécessitant une irradiation de très haute précision et en particulier à des pathologies tumorales siégeant au niveau vertébro-médullaire et dans la région cervico-faciale (notamment pour les tumeurs du cavum).



⇒ Un intérêt médico-économique majeur

En réduisant le traumatisme opératoire au minimum et en permettant aux patients de bénéficier d'une thérapeutique extrêmement efficace et pure, la radio neurochirurgie stéréotaxique s'inscrit dans l'évolution la plus avancée de la chirurgie moderne mini invasive.

Les avantages de cette alternative à la chirurgie sont multiples et incontestables : pas d'anesthésie générale, pas d'abord chirurgical ouvert, pas de soins intensifs, une hospitalisation réduite au maximum à 3 jours, reprise immédiate de l'activité, complications post-opératoires extrêmement faibles,...

L'impact médico-économique est majeur et le patient en est le premier bénéficiaire, d'autant plus qu'il n'existe aucune limite d'âge dans les indications.

L'imagerie de repérage pour la Radiochirurgie STERÉOTAXIQUE

Contraintes de précision de la Radiochirurgie stéréotaxique

La Radiochirurgie stéréotaxique est une irradiation de haute précision, qui doit être garantie au millimètre. En effet, l'irradiation est délivrée dans la majorité des cas à forte dose, en une seule séance sur un volume obligatoirement petit et surtout, défini très précisément s'il est proche de structures critiques à respecter. Cela demande d'une part que l'installation (ici, l'accélérateur) puisse délivrer une irradiation très focalisée. D'autre part, il faut que le ciblage de celle-ci soit particulièrement exact ce qui nécessite de repérer très précisément la lésion sur des examens d'imagerie. Cette étape a longtemps été le facteur limitant de la méthode : bien qu'établie depuis les années 50, celle-ci n'a pu prendre sa pleine mesure que depuis que sont disponibles les techniques d'imagerie modernes sur lesquelles est basé le centrage de l'irradiation.

Éléments techniques permettant la focalisation de l'irradiation

En Radiochirurgie stéréotaxique, la délivrance de l'irradiation doit être non seulement très précise mais aussi très focalisée sur de petits volumes de forme aussi modelée que possible sur celle de la lésion. Quand il s'agit d'un accélérateur linéaire, sa tête décrit des arcs d'irradiation entrecroisés autour d'un iso centre dont la forme est modulable. Pour cela l'équipement de Radiochirurgie Novalis®, conçu par BrainLAB, du CHU de Toulouse Rangueil se compose d'un accélérateur linéaire dédié de 6 MV, une seule énergie de photons avec un débit maximum de 800 cGy/mn, spécialement adapté aux techniques d'irradiation de précision (précision isocentrique $\pm 0,4$ mm). Partant d'une taille maximale de 9,8 cm de côté le champ d'irradiation peut ensuite être restreint jusqu'à 3 mm de côté au moyen de collimateurs circulaires ou d'un collimateur intégré micro-multilames (lames de 3 mm) autorisant les traitements conformationnels dynamiques pour modeler le volume d'irradiation. Un système informatique de planification de traitement fournit les outils d'aide à la simulation, à la dosimétrie et à la réalisation de la globalité du traitement de Radiochirurgie, y compris en modulation d'intensité.

Modalités d'imagerie de repérage

Le repérage de la cible à irradier est habituellement réalisé sur un scanner X stéréotaxique réalisé en coupes très fines avec une résolution spatiale millimétrique. Cette modalité d'imagerie est très exacte car elle n'est sujette à aucune déformation et sa précision géométrique est mécanique. Elle est systématiquement réalisée en condition stéréotaxique c'est-à-dire avec le cadre de stéréotaxie et la boîte de fiduciaires sur la tête du patient.

L'imagerie par résonance magnétique (IRM) est indispensable pour bien visualiser les lésions et les structures anatomiques car le contraste des images produites est bien supérieur à celui du scanner X. Les images sont également de précision millimétrique mais sont sujettes à plus de déformations que celles du scanner X. En effet, pour l'IRM le patient est placé dans un aimant et les images sont codées selon le champ magnétique perçu. Même très bien ajusté celui-ci ne peut pas être d'homogénéité parfaite, d'autant plus que le patient lui-même est source d'hétérogénéités de susceptibilité magnétique. L'IRM encéphalique est réalisée un ou plusieurs jours avant le traitement et donc sans cadre de stéréotaxie.

Les données provenant de ces deux modalités sont très complémentaires : par exemple l'IRM montre mieux le tissu cérébral tandis que le scanner X repère mieux l'os. Aussi les images sont habituellement conjuguées pour potentialiser l'information sur le volume à traiter et sur les structures à respecter. Des images composites provenant du recalage de plusieurs modalités entre elles sont ainsi utilisées. Elles seront fusionnées pour permettre la planification, le jour du traitement.

L'angiographie est nécessaire pour identifier les malformations artério-veineuses qui constituent l'une des grandes indications de la Radiochirurgie stéréotaxique. Les pelotons vasculaires à irradier sont repérés en première approche sur des radiographies réalisées pendant l'injection de produit de contraste selon 2 projections perpendiculaires. L'association au scanner, à l'angioscanner et à l'angio-IRM permet d'affiner le modelage du champ d'irradiation aux anfractuosités de ces lésions dont l'anatomie est souvent très contournée.

Mise en correspondance du patient et du repérage de la cible

La nécessité de l'adéquation entre le volume d'irradiation et la cible définie sur les images est une évidence dont la réalisation n'est pas simple. C'est pourquoi elle repose sur la fixation d'un cadre stéréotaxique sur le patient. Celui-ci constitue le repère géographique de référence commun aux étapes d'acquisition des images et de localisation du champ d'irradiation. Fermement fixé au patient et à la table de traitement, il permet de plus d'assurer l'immobilité du patient pendant l'irradiation.

En plus de ce dispositif de contention mécanique par cadre stéréotaxique utilisé pour les traitements de Radiochirurgie intracrânienne l'installation du CHU de Toulouse permet également les traitements de précision corps entier puisque l'accélérateur est complété par une imagerie RX embarquée de type capteur plan et un suivi par lecture infrarouge (caméra + diodes) de type neuronavigation qui peut réajuster en permanence la position du champ d'irradiation sur les repères externes et sur les repères osseux du patient.

Transmission de l'imagerie par télé-médecine

Le projet de Radiochirurgie fut conçu dès son origine dans un esprit d'ouverture et de coopération entre différentes équipes neurochirurgicales interrégionales appartenant à des établissements tant publics que privés, dans un objectif de mutualisation de l'accès à un plateau technique géographiquement installé au CHU de Toulouse Rangueil. L'évolution des technologies de transport de données informatiques

permet actuellement des solutions de transferts garantissant leur traçabilité complète, respectant ainsi la sécurité médicale et assurant la fiabilité juridique. Nous comptons utiliser une méthode très évolutive qui consiste à interfacier les imageurs et le système d'archivage du CHU par le réseau de télémédecine régional sécurisé.

Il s'agit d'une solution reposant sur de l'existant car des plateaux techniques de télémédecine sont déjà installés chez l'ensemble des partenaires actuels et n'impose donc aucun surcoût de leur côté. La télémédecine est largement déployée, pérenne et poursuit son développement ce qui permet d'envisager d'étendre ce transfert à tout site distant équipé.

La télémédecine, dans sa dimension plus classique de télé Réunion, est par ailleurs un outil qui apparaît indispensable à la coordination et à l'organisation du fonctionnement même d'un plateau technique mutualisé entre équipes distantes (présentation des dossiers, sélection collégiale des indications, gestion du calendrier opératoire...).

LE SYSTEME NOVALIS DE BRAINLAB



⇒ Présentation du Novalis® Shaped Beam Surgery

Conçu par BrainLAB, société spécialisée dans le développement et la commercialisation d'équipements médicaux assistés par ordinateur pour des traitements plus précis, moins invasives et donc moins chers, le Novalis est un appareil de traitement de pointe pour les patients recevant un traitement de Radiochirurgie stéréotaxique ou de radiothérapie stéréotaxique fractionnée.

La Radiochirurgie stéréotaxique est appliquée en une seule séance avec une dose d'irradiation élevée. La radiothérapie stéréotaxique fractionnée, quant à elle, est administrée en plusieurs séances de traitement pendant une période déterminée.

Avec le Novalis, les faisceaux de rayonnement sont collimatés pour circonscrire parfaitement le contour de la tumeur ou de la lésion. Il en résulte que même des tumeurs ou lésions de forme irrégulière peuvent recevoir des doses d'irradiation correspondant parfaitement à la prescription. Un logiciel sophistiqué calcule les points d'accès idéaux à la tumeur ou lésion et définit le plan de traitement.

Pendant le traitement, le Novalis se déplace autour du corps du patient pour permettre aux rayonnements de pénétrer selon des angles différents dans la tumeur ou lésion. Les tissus sains environnants ne reçoivent ainsi qu'un faible pourcentage de l'irradiation, alors que la dose complète est délivrée à la tumeur ou lésion. Cela réduit les dommages potentiels à des structures fragiles, telles que le tronc cérébral ou la moelle épinière.

Le Novalis a tout d'abord été mis en oeuvre pour le traitement de tumeurs ou lésions du cerveau, nécessitant, de par leur localisation à proximité des zones vitales, une grande précision de focalisation du rayonnement. Les experts tirent maintenant avantage de la précision du système pour traiter d'autres régions du corps, comme les poumons, le foie, la prostate et la colonne vertébrale, améliorant et augmentant ainsi l'éventail des options disponibles pour le traitement d'un patient.

Le Novalis a été lancé par BrainLAB en 1997.

Le Novalis Shaped Beam Surgery (chirurgie par faisceau collimaté) repose sur les possibilités et la précision de ces premiers systèmes. Les médecins utilisent un logiciel extrêmement sophistiqué avec ce système pour établir un plan de traitement personnalisé, spécialement adapté à chaque cas.

⇒ Avantages du Novalis

- Il est extrêmement précis et les lésions des tissus sains sont minimisées,
- il assure une distribution homogène de la dose d'irradiation prescrite sur la tumeur ou lésion en adaptant avec précision la forme du faisceau aux contours de la tumeur ou lésion,
- il constitue l'une des procédures technologiques les plus avancées disponibles à l'heure actuelle,
- il est non invasif, avec seulement de petites incisions pour les procédures avec fixation crânienne,
- il est pratiquement indolore et le traitement est en général effectué sans hospitalisation,
- il permet de réaliser une séance complète de traitement en un seul jour. La décision d'effectuer le traitement en une seule dose doit toutefois être prise par le médecin.

⇒ Types de pathologies pouvant être traités avec le Novalis

Selon les cas rencontrés, le Novalis® Shaped Beam Surgery peut constituer l'option de traitement adaptée. Il peut être utilisé pour traiter des affections non cancéreuses ou cancéreuses, telles que :

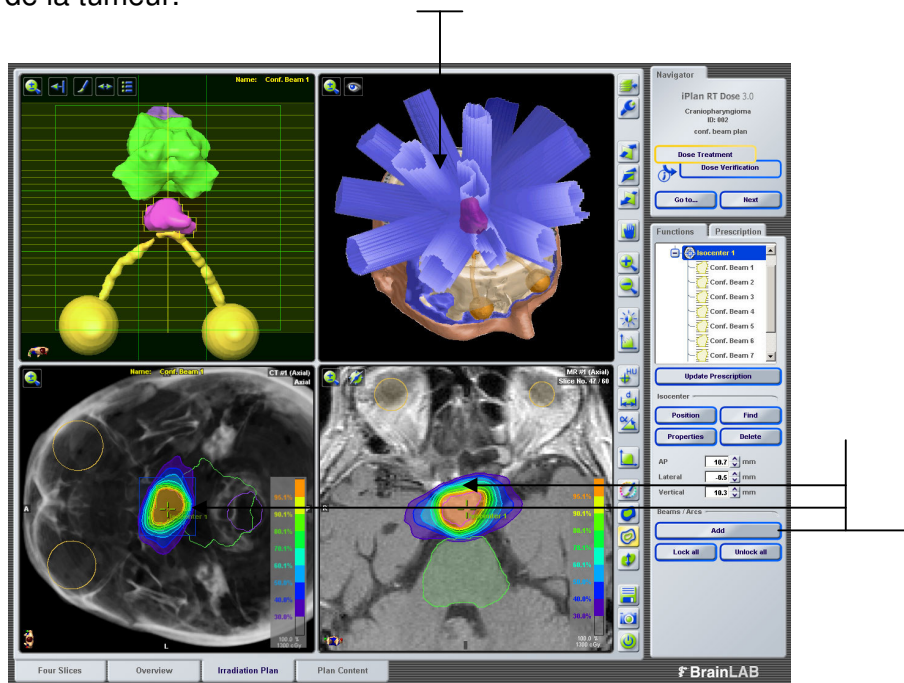
- des malformations artério-veineuses (MAV),
- des angiomes caverneux,
- des névralgies du trijumeau,
- des crises d'épilepsie intractables,
- la maladie de Parkinson,
- des métastases cérébrales / gliomes,
- des neurinomes de l'acoustique,
- des tumeurs du cerveau pédiatriques,
- des tumeurs du cerveau récurrentes,
- des adénomes hypophysaires,
- des méningiomes de la base du crâne,
- des craniopharyngiomes,
- des tumeurs malignes de la colonne vertébrale, de la prostate, du foie et du poumon.

⇒ Planification de traitement avec le Novalis

Le conformateur de faisceau Novalis module la forme de tous les champs d'irradiation pour les adapter avec précision au contour de la tumeur. Cela assure une protection des structures critiques contre les radiations (yeux et nerfs optiques en orange sur le schéma). Une dose maximale est délivrée à la tumeur avec une irradiation minimale des tissus sains.

Faisceaux collimatés multiples

Le traitement avec le Novalis est réalisé avec plusieurs faisceaux de radiations dont la forme épouse exactement celle de la tumeur. Le recours à plusieurs champs d'irradiation émis depuis des directions différentes autorise des champs à faibles doses individuelles, mais dont le cumul délivre exactement l'irradiation prescrite pour le traitement de la tumeur.



Affichage des doses pour l'évaluation du plan de traitement

L'efficacité du traitement peut être visualisée avec l'affichage des doses qui résultent des nombreux faisceaux collimatés. Une dose d'irradiation homogène et concentrée (zone colorée en orange) recouvre la totalité du volume tumoral (contour rouge). La dose diminue rapidement à l'extérieur de la tumeur pour assurer une protection maximale des organes critiques, tels que le tronc cérébral (contour vert), ainsi que des tissus sains entourant la tumeur. Le Novalis® Shaped Beam Surgery fournit constamment des résultats de traitement optimaux, même avec des tumeurs de forme irrégulière.



Conformateur de faisceau Novalis

Le conformateur de faisceau Novalis permet aux faisceaux d'irradiation de circonscrire le contour de la tumeur sous différents angles. Les tissus sains et les structures critiques reçoivent ainsi la meilleure protection possible contre les radiations, alors que la dose maximale est délivrée à la tumeur.

Cadre stéréotaxique Novalis

Une fois fixé sur le crâne du patient, le cadre stéréotaxique Novalis assure une immobilisation précise et une stabilité parfaite pour l'application du traitement.

Système de positionnement radiographique Novalis (ExacTrac®)

L'imagerie radiographique Novalis et les panneaux de détection électroniques permettent d'obtenir immédiatement des images extrêmement précises des structures internes. Cela garantit des niveaux très hauts de précision de positionnement pour traiter des indications extra crâniennes.



Bras Novalis

Novalis accepte plusieurs modalités de traitement, où l'unité peut tourner autour du patient pendant l'irradiation. De nouvelles techniques, telles que la radiothérapie conformationnelle avec modulation d'intensité (RCMI), peuvent également être appliquées si cela est jugé utile pour des traitements particuliers.

GLOSSAIRE

Masque :

Système de fixation non invasif repositionnable utilisé pour la radiothérapie stéréotaxique fractionnée.

Mélanome :

Cancer qui commence dans les mélanocytes et s'étend à d'autres cellules de la peau. Les mélanomes apparaissent sur la peau et ressemblent à un grain de beauté nouveau ou qui s'est transformé.

Métastases :

Cancer qui a commencé à partir de cellules cancéreuses provenant d'une autre région du corps. Par exemple, un cancer du sein peut atteindre les ganglions lymphatiques, puis d'autres régions du corps.

mMLC (collimateur micromultilame) :

Un appareil qui donne une forme aux faisceaux de radiation utilisés en Radiochirurgie et en radiothérapie. Le collimateur micromultilame donne une forme au faisceau quand ce dernier sort de l'accélérateur linéaire et lui fait épouser la forme de la tumeur dans toutes les directions, à l'aide de 52 lames de tungstène motorisées.

Neurochirurgien :

Médecin spécialiste responsable du positionnement du cadre référentiel et de l'identification de l'anatomie.

Oncologue :

Un médecin spécialisé dans le traitement du cancer.

Oncologue radiothérapeute :

Médecin spécialiste responsable de l'application de doses d'irradiation et de l'interaction entre la dose et des tissus spécifiques (radiobiologie). Il est chargé de l'organisation des traitements du patient, de l'installation du patient, de l'utilisation des appareils et du traitement du patient.

Organe à risque (OAR) également structure sensible :

Une région de l'anatomie du patient (par exemple la moelle épinière ou le nerf optique) dans laquelle il est particulièrement important de minimiser l'irradiation pour réduire les complications.

Physicien médical en radiothérapie (ou radiophysicien) :

Le physicien médical est chargé de la mesure des doses d'irradiation, responsable de l'assurance de qualité des systèmes utilisés, ainsi que de la création des paramètres de traitement.

Radiochirurgie conformationnelle :

Fait appel à un procédé permettant de donner au faisceau une forme géométrique qui lui fait épouser celle du volume cible planifié dans la vue «Beam's eye». Le faisceau a d'habitude un profil de dose homogène (constant).

Radiochirurgie, Radiochirurgie stéréotaxique (SRS) :

Une seule dose élevée d'irradiation est délivrée à un volume cible en minimisant l'exposition des tissus cérébraux avoisinants aux niveaux élevés d'irradiation.

Radiothérapie stéréotaxique – SRT :

Des faisceaux collimatés de radiation sont appliqués en plusieurs fractions à une cible localisée par stéréotaxie. Le patient revient à l'hôpital pour chaque traitement et peut retourner chez lui entre deux traitements. Quand on parle d'hypofractionnement, la dose est délivrée en condition stéréotaxique en quelques fractions(3 à 6).

Rayons X :

Rayonnement produit par un tube à rayons X pour le traitement du cancer. Les rayons X de basse énergie sont utilisés dans l'acquisition d'images diagnostiques, alors que les rayons X de haute énergie sont utilisés en radiothérapie pour le traitement du cancer. Les rayons X utilisés en radiothérapie sont en fait similaires à des rayons gamma.

RCMI (radiothérapie conformationnelle avec modulation d'intensité) :

La modulation d'intensité tient compte des inhomogénéités et convient particulièrement à des cibles proches ou entourant des organes critiques. Elle est souvent la seule méthode permettant d'adapter la dose à la forme de la cible tout en minimisant l'irradiation des tissus avoisinants et des organes proches.

Scanner (image TDM) :

Une forme d'imagerie par rayons X dans laquelle des sections 2D de l'anatomie d'un patient sont reconstruites à partir de rayons X projetés au travers du corps selon plusieurs angles. Les images scanner affichent un fort contraste basé sur la densité tissulaire et bénéficient d'une haute précision spatiale.

Stéréotaxique, stéréotaxie :

Une méthode qui utilise des repères de référence pour localiser avec précision millimétrique, une cible (zone du cerveau) avec des limites 3D.

Tumeur :

Une croissance anormale de tissus résultant d'une multiplication incontrôlée et progressive de cellules anormales ne remplissant aucune fonction physiologique. Une tumeur peut être bénigne ou maligne.