

Techniques d'imagerie

Cornée	24
Angiographie à la fluorescéine	24
Angiographie au vert d'indocyanine	26
Échographie	27
Imagerie dans le glaucome	29
Neuro-imagerie	30

Cornée

Microscopie spéculaire

- La microscopie spéculaire permet d'étudier les différentes couches de la cornée avec un grossissement 100 fois supérieur au biomicroscope de la lampe à fente.
- Elle est principalement utilisée pour étudier l'endothélium cornéen, et analyse la taille, la forme, la densité et la distribution des cellules endothéliales.
- Les cellules endothéliales normales ont une forme hexagonale avec une densité d'environ 3000 cellules/mm² (Fig. 2.1); une densité inférieure à 1000 est associée à un risque de décompensation endothéliale.

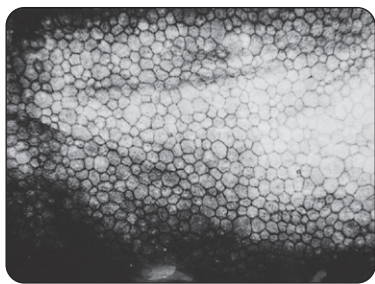


Fig. 2.1 Microscopie spéculaire d'un endothélium normal

Topographie cornéenne

La topographie cornéenne fournit une cartographie colorée de la surface cornéenne; les puissances en dioptries du méridien le plus cambré et le plus plat et leurs axes sont mesurés et affichés (Fig. 2.2).

- Les courbures cambrées (dioptries élevées) sont colorées en orange et rouge.

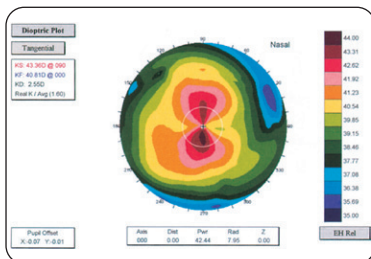


Fig. 2.2 Cartographie normale en échelle relative montrant un astigmatisme conforme à la règle de 3,5 D et le typique nœud papillon.

- Les courbures plates (dioptries faibles) sont colorées en violet et bleu.
- La plupart des cornées normales restent dans le spectre jaune-vert.
- L'échelle en valeur absolue utilise une couleur fixe pour une valeur de courbure et chaque couleur représente un intervalle de puissance en dioptrie.
- L'échelle en valeur absolue doit toujours être utilisée pour faciliter la comparaison dans le temps et entre les patients.
- Les échelles relatives (normalisées) ne sont pas fixées et varient en fonction de l'intervalle en dioptrie de la cornée individuelle.

Angiographie à la fluorescéine

Les différents temps de l'angiographie

1. **Rétinophotographie monochromatique** (Fig. 2.3a).
2. **Temps choroidien** (préartériel) – remplissage choroidien irrégulier.

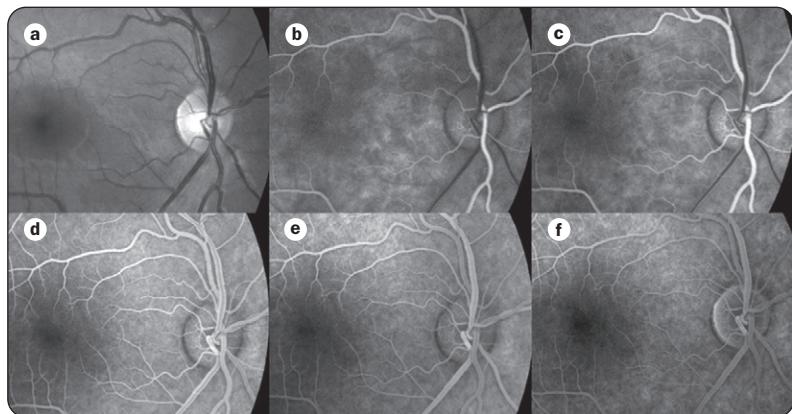


Fig. 2.3 Angiographie à la fluorescéine normale

3. Temps artériel – remplissage artériel et poursuite du remplissage choroïdien (Fig. 2.3b).

4. Temps artérioveineux (capillaire) – remplissage artériel et des capillaires complet avec un flux laminaire veineux débutant (Fig. 2.3c).

5. Temps veineux

a. Précoce – remplissage artériel et capillaire complet, avec flux laminaire veineux marqué.

b. Intermédiaire – remplissage veineux presque complet (Fig. 2.3d).

c. Tardif – remplissage veineux complet avec diminution de la concentration du colorant dans les artères (Fig. 2.3e).

6. Temps tardif (élimination) – continuelle recirculation, dilution et élimination du colorant; l'imprégnation tardive de la papille est normale (Fig. 2.3f).

7. L'aspect sombre de la fovéa – résultat de trois phénomènes.

- L'absence de vaisseaux sanguins dans la région fovéolaire avasculaire.

- Le blocage de la fluorescence choroïdienne d'arrière-fond dû à l'augmentation de la densité du pigment xanthophylle au niveau de la fovéa.
- Le blocage de la fluorescence choroïdienne d'arrière-fond par les cellules de l'épithélium pigmentaire au niveau de la fovéa, lesquelles sont de plus grande taille et contiennent plus de mélanine qu'ailleurs.

Causes de fluorescence anormale

1. Hyperfluorescence

- Transmission (effet fenêtre) de la fluorescence à travers des anomalies de l'épithélium pigmentaire (par exemple la DMLA atrophique – voir Fig. 17.8).
- Accumulation de fluorescence dans l'espace sous-rétinien (par exemple la CRSC – voir Fig. 17.28) ou dans l'espace sous l'épithélium pigmentaire (par exemple le DEP – voir Fig. 17.11).

- Diffusion à partir d'une néovascularisation rétinienne ou choroïdienne (par exemple le NVC – voir Fig. 17.14).
- Rupture de la barrière hématorétinienne interne (par exemple l'OMC – voir Fig. 17.32).
- Coloration due à la rétention du colorant dans les tissus (par exemple le drusen maculaire – voir Fig. 17.3b).

2. Hypofluorescence

- Masquage de la fluorescence normale (Fig. 2.4).
- Anomalie de perfusion due à une occlusion vasculaire ou une perte du lit capillaire (par exemple la myopie dégénérative – voir Fig. 17.43).

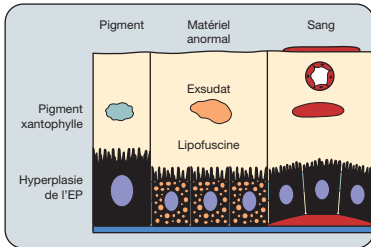


Fig. 2.4 Causes de blocage de la fluorescence

Angiographie au vert d'indocyanine

Angiographie normale

1. Temps précoce (2–60 s – Fig. 2.5a)

- Hypofluorescence de la papille et faible perfusion de la zone frontière.
- Remplissage massif des artères choroïdiennes et remplissage précoce des veines choroïdiennes.
- Les artères rétinienne sont visibles mais pas les veines.

2. Temps intermédiaire précoce (1–3 min – Fig. 2.5b)

- Remplissage de la zone frontière.
- Le remplissage des artères choroïdiennes s'estompe tandis que les veines se remplissent intensément.
- Les artères et veines rétinienne sont toutes deux visibles.

3. Temps intermédiaire tardif (3–15 min – Fig. 2.5c)

- Le remplissage des vaisseaux choroïdiens s'estompe.
- Hyperfluorescence diffuse due à la diffusion du colorant de la choriocapillaire.
- Les vaisseaux rétinienne restent visibles.

4. Temps tardif (15–30 min – Fig. 2.5d)

- Hypofluorescence de la vascularisation choroïdienne sur un fond d'hyperfluorescence due à la coloration du tissu extrachoroïdienne.
- Diminution de la visibilité de la vascularisation rétinienne.
- Le colorant peut rester dans le tissu néovasculaire après avoir quitté la circulation rétinienne et choroïdienne.

Causes de fluorescence anormale

1. Hyperfluorescence

- Anomalie en « fenêtre » de l'EP
- Fuite au niveau de la circulation rétinienne ou choroïdienne ou de la tête du nerf optique.
- Vaisseaux sanguins anormaux.

2. Hypofluorescence

- Blocage de la fluorescence par du pigment, du sang ou un exsudat.
- Obstacle sur la circulation.
- Disparition du tissu vasculaire.
- DEP (voir Fig. 17.9b).

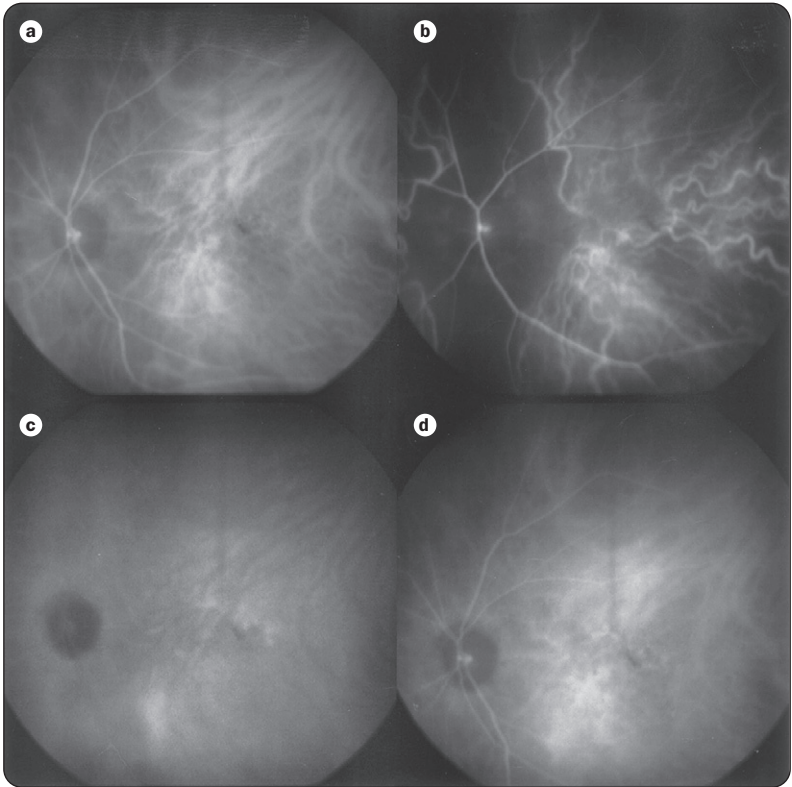


Fig. 2.5 Angiographie au vert d'indocyanine normale

Échographie

Échographie en mode A

- 1. Indications** – mesure de la profondeur de la chambre antérieure, de l'épaisseur du cristallin et de la longueur axiale.
- 2. Présentation** – pics verticaux le long d'une ligne de base (Fig. 2.6) dont la hauteur est proportionnelle à la puissance de l'écho; plus la

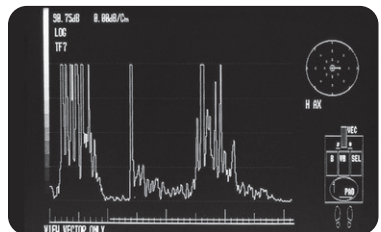


Fig. 2.6 Écran d'affichage d'une échographie en mode A

distance vers la droite est grande, plus la distance séparant la source sonore de la surface réfléchissante est importante.

Échographie en mode B

La quantité de son réfléchi est affichée sous la forme d'un point lumineux; plus le son réfléchi est quantitativement important, plus le point est brillant; la fréquence de la sonde détermine quelle partie du globe ou de l'orbite est examinée.

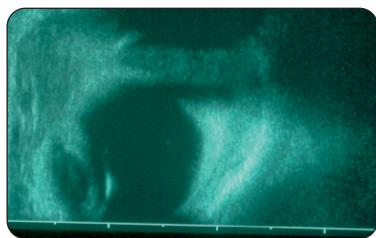


Fig. 2.7 Échographie à basse fréquence montrant un hémangiome capillaire orbitaire antérieur

1. Basses fréquences (2–5 MHz) – pour les pathologies orbitaires (Fig. 2.7).

2. Fréquences intermédiaires

(7–10 MHz) :

- Dépistage de DR dans les yeux dont les milieux sont opaques (Fig. 2.8).
- Évaluation des tumeurs intraoculaires postérieures.
- Dépistage de calcifications (par exemple le rétinoblastome et les drusen du nerf optique).

3. Hautes fréquences (30–50 MHz) – pour une imagerie à haute définition du segment antérieur, en particulier dans l'évaluation d'une opacification cornéenne congénitale (Fig. 2.9).

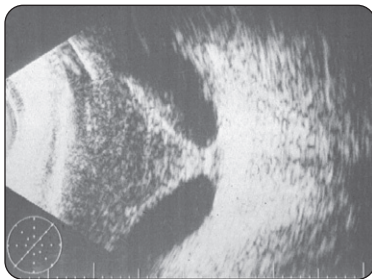


Fig. 2.8 Échographie en mode B montrant une hémorragie intravitréenne et un décollement total de la rétine tractionnel

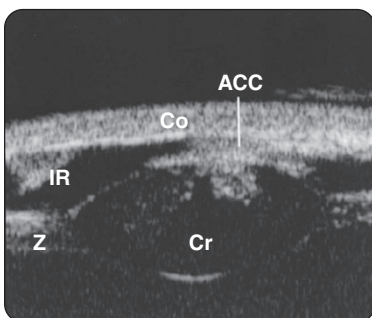


Fig. 2.9 Échographie à haute fréquence montrant une opacification de la cornée et une apposition cornéocristallinienne.

ACC : apposition cornéocristallinienne; Co : cornée; Cr : cristallin; IR : intrarétinien; Z : zonule.

Tomographie à cohérence optique

1. Bases physiques – coupe transversale de la rétine par balayage d'un faisceau optique, donnant ainsi une image bidimensionnelle en couleur ou en niveaux de gris.

2. Indications

- Pathologies maculaires.
- Pour surveiller la progression de la maladie et la réponse au traitement.
- Analyse de la papille et de l'épaisseur de la couche des fibres nerveuses rétinienne (FNR).

3. Présentation normale (Fig. 2.10)

- Couche des fibres nerveuses et plexiforme – rouge, jaune ou vert.
- Couche nucléaire externe et interne – bleu ou noir.
- Couche plexiforme interne et externe – vert.

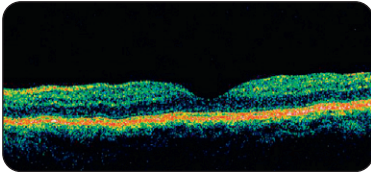


Fig. 2.10 Tomographie à cohérence optique normale

Imagerie dans le glaucome

1. Tomographie laser à balayage – pour interpréter les différences dans le profil de la tête du nerf optique et des fibres nerveuses péripapillaires afin de produire une image topographique tridimensionnelle traitée par ordinateur (Fig. 2.11).

2. Polarimétrie laser à balayage – mesure la modification de polarisation provoquée par la biréfringence des axones des fibres nerveuses; le degré de polarisation est évalué sur une zone concentrique de 1,75 diamètre papillaire du bord externe du nerf optique, et le profil de densité des fibres nerveuses est

établi; plus la couche des fibres nerveuses est épaisse, plus la polarisation est grande (Fig. 2.12).

3. Tomographie à cohérence optique Stratus™ – image et analyse

la couche des fibres nerveuses rétinienne, l'épaisseur maculaire, et la tête du nerf optique (Fig. 2.13).

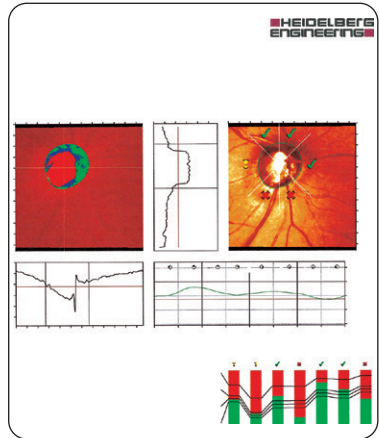


Fig. 2.11 Présentation d'une tomographie laser à balayage

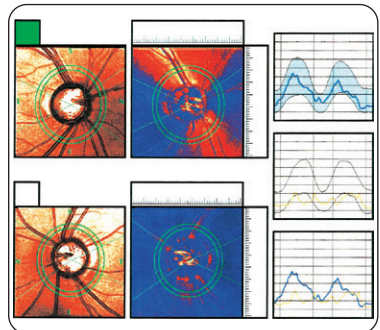


Fig. 2.12 Présentation d'une polarimétrie laser à balayage

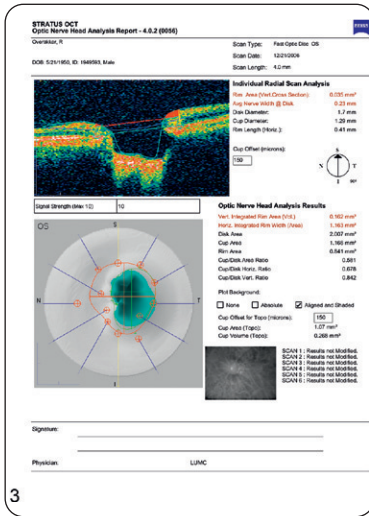


Fig. 2.13 Tomographie à cohérence optique Stratus™

Neuro-imagerie

Tomodensitométrie

1. Bases physiques – faisceaux de rayons X pour obtenir des valeurs de densité tissulaire représentées par des images en coupe formées par ordinateur ; la densité tissulaire est représentée par une échelle de gris, le blanc étant la densité maximale (par exemple l'os) et le noir étant la densité minimale (par exemple l'air) ; l'image peut être coronale (Fig. 2.14) ou axiale (Fig. 2.15).

2. Indications

- Affections orbitaires et traumatiques.
- Corps étrangers intraoculaires.
- Dépistage de calcifications intraoculaires.

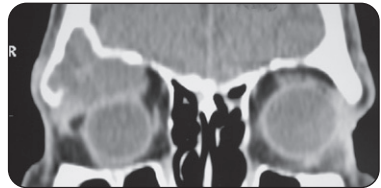


Fig. 2.14 TDM en coupe coronale montrant une tumeur orbitaire droite

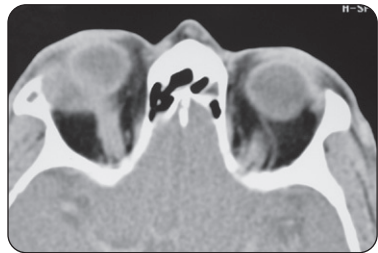


Fig. 2.15 TDM en coupe axiale du même patient

- Hémorragie cérébrale ou méningée aiguë.
- 3. Produit de contraste iodé** – améliore la sensibilité et la spécificité, mais n'est pas indiqué dans l'hémorragie cérébrale aiguë, les lésions osseuses ou pour la localisation de corps étrangers car il peut masquer la visualisation de ces lésions à fortes densités.

Imagerie par résonance magnétique

Bases physiques

L'imagerie par résonance magnétique (IRM) dépend de la réorganisation des noyaux d'atome d'hydrogène quand un tissu est exposé à une courte impulsion électromagnétique. Quand l'impulsion s'arrête, les noyaux retournent à leur

position initiale, ré-irradiant l'énergie qu'ils ont absorbée. Les tissus exposés produisent une radiation avec des caractéristiques d'intensité et de temps. Le signal est analysé, quantifié et représenté par une image en coupe qui peut être : (a) axiale, (b) coronale, ou (c) sagittale.

Séquences d'imagerie

La pondération se réfère à deux méthodes de mesure du temps de relaxation des protons excités après que le champ magnétique a été éteint. Les divers tissus du corps ont des temps de relaxation différents en pondération T1 ou T2 (c'est-à-dire qu'ils sont mieux visualisés sur ce type particulier d'image).

1. Image pondérée en T1 – le mieux pour l'anatomie normale (Fig. 2.16).

- Hypo-intense (sombre) – LCR et vitré.
- Hyperintense (brillant) – graisse, sang et produit de contraste.

2. Image pondérée en T2 – utile pour les modifications pathologiques (Fig. 2.17).

- Hypo-intense – graisse et produit de contraste.

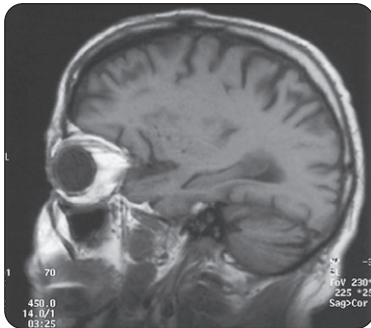


Fig. 2.16 IRM, coupe sagittale, pondérée en T1



Fig. 2.17 IRM, coupe axiale, pondérée en T2

- Hyperintense – LCR et vitré.
- Vaisseaux sanguins – noir à moins d'être occlus.

Rehaussement

1. Gadolinium – acquiert un moment magnétique quand il est placé dans un champ électromagnétique; visualisé seulement sur les images pondérées en T1, et rehausse les lésions telles que les tumeurs (Fig. 2.18) ainsi que les lésions

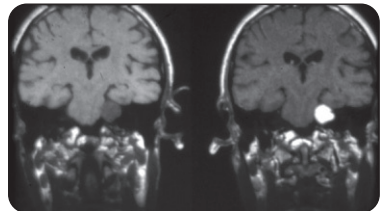


Fig. 2.18 IRM pondérées en T1 d'un neurinome de l'acoustique; (gauche) sans gadolinium; (droite) avec gadolinium

inflammatoires qui apparaissent brillantes.

2. **Techniques de suppression de la graisse orbitaire** – le signal lumineux de la graisse orbitaire sur l'imagerie pondérée en T1 conventionnelle masque le reste du contenu orbitaire; les deux séquences de suppression de la graisse sont la suppression de graisse en T1 avec gadolinium et l'inversion-récupération en T1 court (*short T1 inversion recovery* [STIR]) pour dépister des lésions intrinsèques de la partie intraorbitaire du nerf optique.
3. **Inversion-récupération atténuation des fluides** (*fluid attenuation inversion recovery* [FLAIR]) – supprime la brillance du LCR sur les images pondérées en T2 afin de permettre une meilleure visualisation des tissus pathologiques adjacents tels que les plaques de démyélinisation périventriculaires (voir Fig. 24.60).

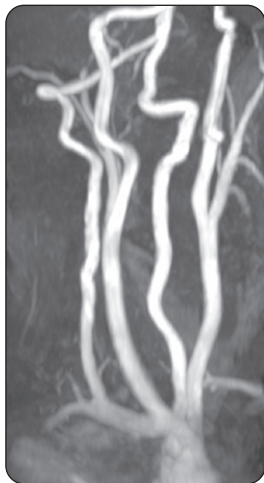


Fig. 2.19 Angiographie par résonance magnétique

Angiographie

1. **Angiographie par résonance magnétique (ARM)** – pour la circulation carotidienne et vertébrobasilaire (Fig. 2.19) afin de mettre en évidence des sténoses, dissections, occlusions, malformations artérioveineuses, et des anévrismes; des anévrismes thrombosés peuvent passer inaperçus et l'ARM n'est pas fiable dans la détection de petites lésions.
2. **Veinographie par résonance magnétique (VRM)** – pour les thromboses des sinus veineux.
3. **Angiographie par tomodensitométrie (TDM)** – pour les anévrismes intracrâniens; les images vasculaires peuvent être reconstruites en trois dimensions (Fig. 2.20)

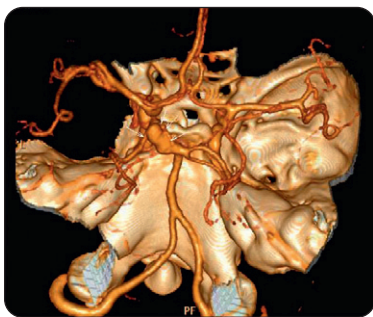


Fig. 2.20 Angiographie par TDM montrant un anévrisme d'une artère cérébelleuse supérieure gauche

4. **Veinographie par tomodensitométrie** – utile quand l'ARM est contre-indiquée ou quand il est difficile de distinguer un débit lent par thrombus en



Fig. 2.21 Veinographie par TDM

ARM; similaire à une angiographie par tomodensitométrie, mais les images sont acquises au temps veineux pour améliorer le contraste (Fig. 2.21).

- 5. Angiographie intra-artérielle conventionnelle** – un cathéter est introduit par l'artère fémorale dans les artères carotidiennes interne et vertébrale, sous guidage fluoroscopique; les résultats sont des images, numériques avec soustraction, des vaisseaux remplis de produit de contraste sans structure de base telle que l'os (Fig. 2.22).

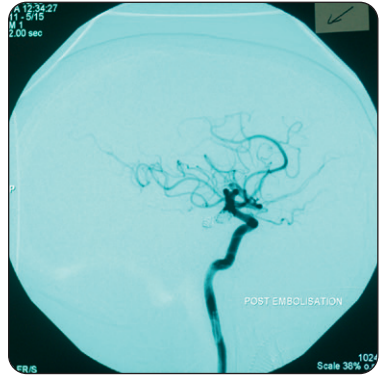


Fig. 2.22 Angiographie intra-artérielle conventionnelle avec soustraction

Tomographie par émission de positons

La tomographie par émission de positons (TEP) utilise le glucose radioactif qui s'accumule dans les cellules malignes en raison de leur taux métabolique élevé. Après l'injection, le patient est imagé corps entier pour révéler des tumeurs qui peuvent passer inaperçues en imagerie standard (TDM ou IRM). C'est un outil sensible pour le dépistage et la mise en évidence de métastases hépatiques et extra-hépatiques de mélanome choroïdien.