

LA MESURE DU DEBIT SANGUIN CEREBRAL
PAR INHALATION DE XENON RADIOACTIF.

J.C. DEPRESSEUX (+)

J. MILET (++)

J. BONNAL (+++)

(+) Chargé de recherches au FRSM, Maître de Conférences,

(++) Assistant hospitalier,

(+++) Professeur Ordinaire,

Cliniques Neurochirurgicale (Prof. J. BONNAL) et
Médicale B (Prof. A. MILET)

INTRODUCTION.

L'intérêt scientifique de la détermination du débit sanguin cérébral régional (DSCr) chez l'homme par utilisation de gaz radioactifs est amplement démontré par l'abondance de la littérature de neurophysiologie qui s'appuie sur ces méthodes.

La technique de mesure du DSCr par l'injection de $^{133}\text{Xénon}$ dans la carotide interne et la détection externe des courbes de radioactivité de ce gaz au niveau du scalp permet de mesurer la perfusion de différentes régions de la convexité hémisphérique (Glass et Harper, 1963; Lassen et coll., 1963). De nombreuses notions de physiologie et de physiopathologie du cerveau ont pu ainsi être explorées chez l'homme, telles que l'autorégulation du DSC face aux variations de pression artérielle, la sensibilité des vaisseaux cérébraux à la $p\text{CO}_2$, la $p\text{O}_2$ et le pH artériels et locaux, la réactivité du DSC aux variations de métabolisme cérébral local, lors de l'activité psychomotrice, l'évolution temporelle du DSC au cours des accidents ischémiques transitoires, prolongés et durables, l'influence de diverses drogues vasodilatatrices, modificatrices du métabolisme et anesthésiques, l'étude des comas, du sommeil, des démences, des psychoses, de la latéralité du langage, ...

L'importance des troubles de la distribution de la perfusion cérébrale est aussi apparue avec la notion de vol de sang intracérébral (intracerebral steal syndrome), d'une région à l'autre.

Cependant, la ponction carotidienne a longtemps représenté un obstacle empêchant l'application routinière de ces mesures et il a fallu attendre la mise au point de techniques atraumatiques, administrant en particulier le xénon par inhalation (Obrist et coll., 1975; Risberg et coll., 1975) pour que les informations fonctionnelles très intéressantes que la méthode intracarotidienne avait permis d'acquérir chez des sujets sélectionnés soient exploitées en clinique courante.

METHODE.

L'ensemble de l'examen dure, pour le patient, environ 15 minutes et est absolument dépourvu de tout inconfort.

Durant la première minute, le sujet respire en circuit fermé, par un masque appliqué hermétiquement sur son visage, de l'air contenant 5 mCi de $^{133}\text{Xénon}$ par litre. Le CO_2 est fixé sur un piège de chaux sodée, pour éviter toute hypercapnie.

Durant les dix minutes suivantes, le patient inspire de l'air non radioactif et élimine le xénon dans le circuit expiratoire.

La radioactivité du xénon est mesurée tout au long de cette procédure par deux groupes de 16 sondes NaI(Tl) de 3/4", disposées symétriquement de part et d'autre de la boîte crânienne et par une sonde placée

sur le circuit aérien expiratoire : ainsi sont obtenues les courbes d'activité du xénon au niveau des 32 régions céphaliques et de l'air expiré.

La figure 1 illustre le graphique des valeurs obtenues dans l'air expiré et au niveau d'une région cérébrale type. Au cours de la première minute, la courbe expiratoire montre des oscillations amorties témoignant de l'échange de xénon entre le volume du spiromètre et celui du système respiratoire du sujet. Au cours de la respiration en circuit ouvert, cette courbe montre la désaturation progressive du sujet en xénon.

La radioactivité céphalique augmente lentement puis, elle aussi, diminue. Au point de vue mathématique, cette fonction de transfert du xénon dans une région de la tête est la résultante de fonctions d'entrée et de sortie très complexes.

Deux points peuvent être retenus schématiquement.

- La fonction d'entrée du xénon est exprimée par la courbe de radioactivité du sang artériel au cours du temps. Cette dernière peut être reconstruite de manière satisfaisante à partir de certains points de la courbe respiratoire : les points téléinspiratoires en respiration en circuit fermé et les points télé-expiratoires en circuit ouvert. La fonction d'entrée étant connue, sa déconvolution des 32 courbes régionales permet de reconstruire des fonctions de transfert régional ne dépendant que de la fonction de sortie. Cette opération de déconvolution est opérée par un ordinateur de 32 K.

- Les courbes de transfert déconvoluées sont le résultat d'une fonction de sortie d'un assez grand degré de complexité, pouvant être assimilée au lavage circulaire de plusieurs compartiments de leur xénon. Trois principaux groupes de compartiments peuvent être distingués : le groupe compartimental 1, à débit rapide, répondant à la substance grise superficielle, le groupe compartimental 2, correspondant à la substance blanche superficielle et le groupe compartimental 3 des structures cutanées et osseuses superficielles. Il est théoriquement possible d'analyser les courbes de transfert déconvoluées selon trois exponentielles décroissantes correspondant à ces trois groupes compartimentaux, mais cela nécessite un enregistrement des courbes durant plusieurs dizaines de minutes. Des résultats satisfaisants sont obtenus dans des conditions optimum pour l'exploration clinique par des mesures durant seulement 10 minutes. L'ajustement des courbes est réalisé selon deux méthodes :

1. un ajustement bi-exponentiel permet d'identifier deux pentes, dont l'une, lente, correspond aux compartiments 2 et 3 et dont l'autre, rapide, répond au débit sanguin du compartiment 1, principalement celui de la substance grise du cortex de la convexité cérébrale. Le produit de l'argument de pente exponentielle par le coefficient de partage du xénon entre le sang et la substance grise donne une mesure du DSCr cortical, F_1 , exprimé en ml/min. 100 gr.
2. un ajustement monoexponentiel de la courbe déconvoluée, sur son segment de la 2^{me} à la 3^{me} minute après

F_1 en caractères
gras

ISI en caractere gras

le debut de la mesure fournit, lui aussi, un indice pondere du DSCr, d'un compartiment mixte a predominance corticale, appele index de debit initial (ISI), lui aussi exprime en ml/min. 100 gr. apres introduction du coefficient moyen de partage en xenon.

VALEURS NORMALES ET REPRODUCTIBILITE DES MESURES.

Le DSCr est ainsi mesure chez les patients selon deux indices differents, exprimes en ml/min. 100 gr.

- F₁ est le debit d'un compartiment cortical superficiel.
- ISI est le debit d'un compartiment mixte constitue de substance grise et de substance blanche superficielle.

La reproductibilite de ces deux mesures etudiees sur 224 paires de valeurs regionales (Depresseux et coll., 1979), mesurees successivement dans les memes conditions de pression arterielle et de PaCO₂ n'est grevee d'aucune variation systematique entre la premiere et la seconde mesure, mais la dispersion des differences apariees est plus grande pour F₁ que pour ISI, ce qui montre que ce dernier indice est plus reproductible que le premier. Ces reproductibilites differentes peuvent etre dues, a priori, aussi bien a des facteurs physiologiques qu'a des erreurs d'evaluation. L'analyse de F₁ permet cependant de prouver que ces erreurs d'evaluation sont de nature technique et ne concernent pas F₁.

Les valeurs normales...

au repos, yeux fermés, en normocapnie et en normotension (Depresseux et coll., 1979).

Les intervalles de confiance suivants sont définis, à 95 % :

1. Le DSCr moyen $\overline{F_1}$: 41 à 112 ml/min. 100 gr.

\overline{ISI} : 35 à 65 ml/min. 100 gr.

2. La distribution des DSCr autour de leur moyenne hémisphérique est aussi caractérisée par un intervalle de confiance :

$\overline{F_1} \pm 5$ ml/min. 100 gr.

$\overline{ISI} \pm 3$ ml/min. 100 gr.

Une analyse de variance montre qu'il existe une élévation modérée, mais significative des débits physiologiques mesurés au niveau des régions frontales par rapport aux autres régions de l'hémisphère.

L'expérience des applications cliniques nous a démontré que, malgré ces intervalles de confiance témoignant de variations individuelles assez larges, cette méthode fournit au clinicien une mesure du DSCr assez précise et assez sensible pour déceler des modifications globales ou régionales de perfusion cérébrale utiles pour le diagnostic, la thérapeutique et le pronostic.

Sur le plan topographique, il faut préciser que les régions cérébrales interrogées sont la superficie des deux hémisphères cérébraux et, en partie, la partie externe des hémisphères cérébelleux. La substance grise interhémisphérique, les noyaux gris centraux, le cortex temporel inférieur et la substance blanche profonde échappent actuellement à la détection.

INTERET CLINIQUE DE LA MESURE DE DSC_r.

Les principales applications actuelles de la mesure de DSC_r en clinique sont résumées dans le tableau 1.

L'exposé de sept observations illustre de manière concrète les apports actuels de cette technique atraumatique dans l'exploration paraclinique et permet de préciser les indications.

Observation n° 1 . Occlusion de l'artère vertébrale gauche.

M.F. est un patient de 49 ans, présentant un tabagisme important et souffrant d'insuffisance circulatoire des membres inférieurs. Depuis 23 ans, il souffre d'épisodes brefs de céphalée occipitale gauche pulsatile accompagnés de vertiges rotatoires. Depuis 5 ans, sont apparues des éclipses visuelles brèves, provoquées par le passage brusque en position debout. Il y a 3 ans, l'exploration angiographique a démontré une occlusion de l'artère vertébrale gauche, une artère vertébrale droite et un tronc basilaire normaux et une injection de l'artère occipitale ^{gauche} à partir des ^{ces} branches intracrâniennes; une section de cette artère occipitale a été réalisée pour éviter tout vol de sang de l'encéphale vers le scalp.

Actuellement, le patient ne souffre plus de céphalées, mais il présente des épisodes quotidiens d'amaurose et de déroboement des jambes. Son examen clinique montre un syndrome cérébelleux dynamique à droite, un nystagmus dans les regards latéraux et une atteinte des mouvements

L'étude angiographique (fig.2)

démontre une occlusion de l'artère vertébrale gauche dès son origine, avec injection normale du tronc basilaire, des artères cérébrales postérieures et des artères communicantes postérieures par l'artère vertébrale droite. L'étude par effet Doppler confirme l'occlusion vertébrale gauche.

La mesure du DSC_r (fig. 2) montre une ischémie bi-occipitale nettement délimitée.

Ce cas illustre l'intérêt de la méthode dans la démonstration de troubles focaux de perfusion cérébrale et montre sa complémentarité par rapport aux données cliniques et artériographiques (Depresseux, 1974). L'apport de la mesure du DSC_r est ici de montrer que l'occlusion de l'artère vertébrale gauche entraîne une ischémie de l'ensemble des deux territoires cérébraux postérieurs, "derniers prés" du territoire de l'artère basilaire et, vraisemblablement, de l'ensemble de la fosse postérieure. La physiopathologie des troubles de ce patient semble dont, à la lumière de la mesure du DSC_r, davantage liée à une hypoperfusion diffuse du territoire basilaire qu'à des embols multiples en aval de la lésion vertébrale : le facteur hémodynamique prime donc le facteur embolique; les troubles subjectifs du patient apparaissent d'ailleurs en orthostatisme. La thérapeutique veillera donc, outre les anticoagulants indirects, au contrôle de ce facteur hémodynamique par le maintien d'une pression artérielle stable chez ce patient.

MM est une patiente de 52 ans, hypertendue ancienne et obèse, présentant une perte de connaissance brutale et brève, avec, dans ses suites immédiates, somnolence et raideur de nuque. Une hémiparésie gauche et un signe de Babinski bilatéral apparaissent dans les jours suivants. Le liquide de ponction lombaire est xanthochromique. L'EEG est ralenti dans son ensemble, particulièrement dans les régions antérieures droites. Les artériographies carotidiennes démontrent un anévrysme de l'artère communicante antérieure, avec spasme des deux artères cérébrales antérieures, des artères cérébrales moyennes et de leurs branches. Le DSC_r est, à ce moment, abaissé de manière diffuse au niveau des deux hémisphères cérébraux (ISI moyen = 27 ml/min. 100 gr. bilatéralement), avec ischémie bifrontale plus profonde. L'image tomographique transaxiale est normale à ce moment.

Après 20 jours d'évolution, l'état clinique reste stationnaire, l'EEG s'améliore discrètement, l'angiographie montre la persistance du spasme artériel cérébral important et la tomographie visualise une vaste plage d'hypodensité aux rayons X correspondant vraisemblablement à un infarctus de la face interne des lobes frontaux. La mesure du DSC_r démontre la persistance d'une ischémie cérébrale diffuse (ISI = 32 ml/min. 100 gr.). L'intervention pour clippage de l'anévrysme de la communicante antérieure permet de visualiser l'infarctus bifrontal.

L'intérêt de disposer d'une méthode atraumatique pouvant être répétée chez le patient au cours de son évolution est démontré dans ce cas particulier. En outre, les valeurs

mesure de DSC_r précède l'apparition de l'image d'infarctus cérébral à la tomographie transaxiale. Le patient porteur d'une hémorragie méningée avec spasme artériel pose au neurochirurgien un problème très difficile, quant au choix du moment opportun de l'intervention sur l'anévrisme;

(La connaissance de l'état hémodynamique cérébral dans les jours qui suivent l'hémorragie est une aide précieuse à cette décision opératoire.

Observation n° 3.

Occlusion de l'artère carotide interne traitée par anastomose temporo-sylvienne.

M.J. est une patiente de 27 ans souffrant depuis 2 ans de crises comitiales de type grand mal. A la suite d'un accident de roulage secondaire à une crise et d'un coma de quelques heures, elle présente un mutisme profond, une mydriase gauche non réactive et une discrète hémiparésie gauche. L'artériographie carotidienne et l'hémotachymétrie par effet Doppler démontrent une occlusion de l'artère carotide interne droite, sans vicariance ophtalmo-carotidienne à partir des branches de l'artère carotide externe. Un hématome sous-dural gauche est également décelé et vidangé, sans amélioration clinique nette. La mesure du DSC_r (fig. 3) décèle une ischémie cérébrale diffuse.

Une anastomose chirurgicale est alors pratiquée à droite entre l'artère temporale superficielle et une branche de l'artère cérébrale moyenne. L'artériographie de contrôle et l'effet Doppler confirment la perméabilité

plètement et il ne persiste qu'un signe de Babinski gauche. Le DSCr (fig. 3) est normalisé après l'intervention.

Observation n° 4.

Accidents ischémiques cérébraux transitoires, occlusion de l'artère sylvienne gauche traitée par anastomose temporo-sylvienne.

B.E. est une patiente de 48 ans, droitère, traitée pour hypertension artérielle. Elle présente, à une semaine d'intervalle, deux épisodes d'aphasie brutale, la seconde avec hémiparésie droite. Les symptômes régressent complètement en quelques heures. L'examen clinique révèle seulement une intoxication rapide aux ordres simples, une difficulté d'orientation droite / gauche et une acalculie. Le tracé EEG porte des anomalies lentes d'amplitude variable au niveau de l'hémisphère cérébral gauche. La tomographie transaxiale est normale. L'angiographie carotidienne gauche montre l'occlusion de l'artère sylvienne de ce côté. La mesure du DSCr (fig. 4) localise un foyer ischémique pariétal gauche.

Une anastomose chirurgicale temporo-sylvienne est pratiquée. L'examen clinique et l'EEG restent stables. L'hémotachymétrie par effet Doppler et l'artériographie carotidienne montrent que l'anastomose n'est pas fonctionnelle. Le DSCr (fig. 4) est inchangé par rapport à l'examen précédent.

l'évaluation diagnostique, pronostique et thérapeutique. Sa fiabilité est aussi affirmée par l'excellente corrélation entre le DSC et les autres données cliniques et techniques dans ces deux observations.

Observation n° 5.

Anévrysme artérioveineux avec vol de sang.

L.D. est un patient de 66 ans, présentant un déficit mnésique, une désorientation spatiotemporelle, une indistinction droite / gauche, une apraxie constructive et une dyscalculie. L'EEG et la tomographie transaxiale sont normaux. La scintigraphie cérébrale démontre l'existence d'un petit foyer fronto-temporal gauche. L'angiographie carotidienne gauche (fig. 5) démontre un petit anévrysme artérioveineux, situé en-dedans de l'opercule pariétal de l'insula.

Le DSC_r (fig. 5) ne montre pas le débit anévrysmal, mais il existe une nette asymétrie des valeurs de débit moyen au détriment de la gauche (ISI de l'hémisphère droit = 33 ml/min.100 gr.; ISI de l'hémisphère gauche = 26 ml/min.100 gr.), signant le vol de sang de l'anévrysme artérioveineux au détriment de l'hémisphère cérébral gauche.

Cette observation souligne deux points très importants quant aux indications et aux limites de la mesure de DSC_r.

Sur le plan topographique, il faut noter que la méthode ne mesure la perfusion que des régions superficielles, grises et blanches sous-corticales, de la convexité des hémisphères cérébraux. Les lésions profondes échappent à l'investigation, ce qui est le cas du très petit anévrysme

Par contre, dans le cas présent, l'accent est mis sur l'intérêt des données hémodynamiques, qui démontrent l'importance du vol de sang par le shunt artério-veineux et qui constituent une information très importante pour la décision chirurgicale. En effet, celle-ci sera guidée non seulement par l'évaluation du risque hémorragique et du risque expansif local de la lésion, mais aussi par ses répercussions hémodynamiques à distance.

Observation n° 6.

Hydrocéphalie communicante de l'adulte.

C.C. est un patient de 57 ans, ayant présenté une hémiparésie gauche brutale et régressive il y a 9 ans et traité en milieu psychiatrique depuis 10 ans pour toxicomanie aux hypnotiques. Depuis 4 ans, il voit apparaître progressivement un steppage droit. L'examen clinique montre une paraparésie spastique des membres inférieurs, maximum à droite, avec syndrome pyramidal diffus, brady-psychie et difficultés mnésiques aspécifiques. La tomographie transaxiale montre une dilatation de l'ensemble du système ventriculaire cérébral avec scissures cérébrales minces. L'encéphalographie gazeuse fractionnée confirme ces données. La cisternographie radioisotopique plaide en faveur du diagnostic d'hydrocéphalie plutôt que d'atrophie cérébrale.

La mesure du DSC_r montre une ischémie cérébrale diffuse (ISI moyen = 30.5 ml/min.100 gr). La soustraction lombaire de 25 ml de LCR améliore considérablement et normalise la perfusion cérébrale (ISI moyen = 42 ml/min. 100 gr.).

La pose d'une dérivation ventriculo-cardiaque de LCR

Observation n° 7.

Atrophie cérébrale diffuse.

B.V. est un patient de 61 ans hospitalisé pour démence progressive, désorientation spatiotemporelle, aphaso-apraxy-agnosie et troubles sphinctériens. La tomographie transaxiale montre une dilatation de l'ensemble du système ventriculaire et des scissures cérébrales. La cisternographie radioisotopique exclut de manière pratiquement certaine une hydrocéphalie communicante.

La mesure de DSC_r montre une légère ischémie cérébrale diffuse (ISI moyen = 31.5 ml/min. 100 gr.).

A l'inverse du cas précédent, le DSC_r n'accuse aucune amélioration après la soustraction de 25 ml de LCR (ISI moyen : 30.5 ml/min. 100 gr.).

Le faisceau des arguments clinique, cisternographique et débitométrique conduisent à ne pas entreprendre de dérivation chirurgicale de LCR chez ce patient.

L'importance des informations fonctionnelles fournies par la mesure du DSC_r est de nouveau illustrée dans l'exploration et le traitement de ces patients porteurs de dilatations ventriculaires, dont un nombre croissant est décelé depuis l'avènement de la tomographie transaxiale par rayons X.

Le problème principal, sur le plan de la décision thérapeutique, est de situer le patient dans les cadres nosologiques suivants : - hydrocéphalie non communicante - hydrocéphalie communicante sans lésions cérébrales irréversibles - hydrocéphalie communicante avec lésions cérébrales secondaires ou associées - atrophie cérébrale -.

En effet, seules les deux premières catégories de patients sont susceptibles de bénéficier d'une dérivation souvent

De grands progrès ont été réalisés durant les dernières années, grâce à l'apport de la cisternographie radio-isotopique (Stevenaert et coll., 1972) et de l'enregistrement de la pression intraventriculaire.

La mesure du DSC_r avant et après soustraction de LCR, développée à la suite des travaux de Matthew et coll. (1975) apparaît très prometteuse pour l'évaluation de ces patients et pour l'indication d'explorations complémentaires plus traumatisantes (mesure de pression intraventriculaire), en vue d'un traitement par dérivation de LCR. La présence d'une ischémie cérébrale ne s'améliorant pas de manière significative après soustraction de LCR est un argument permettant de prévoir l'inefficacité et donc l'inutilité d'un traitement par valve. Des troubles de distribution de la perfusion cérébrale permettent aussi de déceler d'éventuelles lésions cérébrales associées, également éléments de mauvais pronostic.

CONCLUSIONS ET RESUME

La mesure du DSC_r par inhalation de 133 Xénon, dérivée de la technique plus expérimentale utilisant une injection intracarotidienne se présente, dès ses premières applications, comme une méthode de grande utilité clinique.

Les valeurs hémodynamiques accessibles consistent principalement en deux paramètres, F_1 et ISI, exprimant, en ml/min. 100 gr., le débit sanguin de 32 régions symétriques de la convexité cérébrale.

Les avantages de la méthode par inhalation, face à la méthode carotidienne, peuvent être résumés selon les trois points suivants :

- le caractère atraumatique de la procédure apporte un bénéfice éthique par rapport à la méthode carotidienne et permet la répétition des mesures. La dose de radiation absorbée (150 mrad au niveau du poumon) est d'un niveau acceptable.
- le DSC_r des deux hémisphères cérébraux est mesuré au cours d'une seule séance, ce qui est d'un grand intérêt aussi bien pour l'étude des répercussions à distance des affections cérébrales focales que pour celle des atteintes cérébrales diffuses et des troubles du langage.
- la mesure n'est plus dépendante de la perméabilité carotidienne et peut être réalisée chez des patients atteints de sténose ou d'occlusion carotidiennes.

Par rapport aux autres examens paracliniques, notamment neuroradiologiques, la détermination du DSC_r occupe dans la majorité des cas une place complémentaire : les informations apportées sont d'ordre fonctionnel et permettent de préciser, de quantifier et de suivre les répercussions hémodynamiques des lésions démontrées par d'autres explorations à données plus anatomiques. L'intérêt de cette évaluation hémodynamique cérébrale peut être affirmée et, comme l'illustre les quelques observations ci-dessus, son aide sur les plans du diagnostic, du pronostic et de la décision thérapeutique est dès à présent irremplaçable

B I B L I O G R A P H I E

- 1.- DEPRESSEUX, J.C. - Le débit sanguin cérébral régional au cours des affections cérébro-vasculaires.
Rev.méd.Liège, 1974, 29, 500-508.
- 2.- DEPRESSEUX, J.C., MILET, J., BERNIER, J. et MERCHIE, G. -
La mesure du débit sanguin cérébral par inhalation de xénon 133 : limites de la méthode.
J. belge Radiol., sous presse.
- 3.- GLASS, H.I. et HARPER, A.M. - Measurement of regional blood flow of cerebral cortex of man through intact skull.
Brit. Med. J., 1963, I, 593-599.
- 4.- LASSEN, N.A., HOEDT-RASSMUSSEN, K., SØRENSEN, S., SKINHOJ, E., CRUNQVIST, S., BODFORSS, B. et INGVAR, D.H. -
Regional cerebral blood flow in man determined by krypton 85. Neurology, 1963, 13, 719-727.
- 5.- MATTHEW, N.T., MEYER, J.S., HARTMANN, A. and OTT, E.O. -
Abnormal cerebrospinal fluid-blood flow dynamics.
Implications in diagnosis, treatment and prognosis in normal pressure hydrocephalus. Arch. Neurol., 1975, 32, 657-664.
- 6.- OBRIST, W.D., THOMPSON, H.K., WANG, H.S. and WILKINSON, W.E. -
Regional cerebral blood flow estimated by ¹³³xenon inhalation. - Stroke, 1975, 6, 245-256.

B I B L I O G R A P H I E

- 7.- RISBERG, J., ALI, Z., WILSON, E.M., WILLS, E.L., HALSEY, J.H. -
Regional cerebral blood flow by ¹³³xenon inhalation.
Stroke, 1975, 6, 142-148.
- 8.- STEVENAERT, A., DEPRESSEUX, J.C., THIBAUT, A. et BONNAL, J. -
L'intérêt de la cisternographie isotopique dans l'hydro-
céphalie communicante de l'adulte. Minerva Neurochir., 1972,
16, 217 - 224.

TABLEAU I

1.- PATHOLOGIE CIRCULATOIRE CEREBRALE.

- 1.1. Insuffisance circulatoire aiguë.
 - 1.1.1. Définition de la localisation, de l'étendue et de la profondeur de l'ischémie.
 - 1.1.2. Recherche des hyperémies périfocales.
 - 1.1.3. Démonstration éventuelle de perfusion de luxe.
- 1.2. Insuffisance circulatoire chronique. Profondeur de l'ischémie, pronostic, évolution.
- 1.3. Sténoses et occlusions carotidiennes et vertébrales.
 - 1.3.1. Répercussion hémodynamique à l'étage cérébral
 - 1.3.2. Evaluation du bénéfice hémodynamique des anastomoses chirurgicales. désobstructions
et

2.- DILATATIONS VENTRICULAIRES.

- 2.1. Etude de l'indication et du pronostic d'une dérivation de LCR, évolution après traitement éventuel.
- 2.2. Mesure de la profondeur de l'ischémie cérébrale associée.
- 2.3. Recherche des ischémies focales associées.

3.- HEMORRAGIES SOUSARACHNOIDIENNES.

Mise en évidence et follow-up de l'ischémie par spasme des artères cérébrales.

4.- TUMEURS CEREBRALES.

- 4.1. Localisation et profondeur de l'ischémie pérítumorale.
- 4.2. Effets hémodynamiques de l'hypertension intracrânienne, évolution sous traitement.

./ . TABLEAU I.

5.- COMAS.

Critères hémodynamiques de profondeur des comas.

6.- TRAUMATISMES CEREBRAUX.

Evaluation du dégât cérébral.

7.- TROUBLES DU LANGAGE.

Etude de la dominance hémisphérique cérébrale.

LEGENDES

- Tableau 1. *Quelques* applications cliniques de la mesure du débit sanguin cérébral par la méthode d'inhalation de 133 xénon.
- Figure 1 La radioactivité de l'air juxtabuccal (A) et d'une région céphalique (H) au cours d'une mesure du débit sanguin cérébral par inhalation de 133 xénon.
C.F. : respiration en circuit fermé ; C.O. : respiration en circuit ouvert ; ISI : segment de la courbe H utilisée pour le calcul de l' "initial slope index".
- Figure 2 DSC régionaux (ISI) des deux hémisphères d'un patient porteur d'une occlusion de l'artère vertébrale gauche (observation n° 1). En hachuré, les foyers ischémiques dans les régions postérieures des hémisphères (Pression artérielle : 160/90 mm Hg ; $p_a\text{CO}_2 = 38$ mm Hg). Temps artériel de l'angiographie vertébrale droite par cathétérisme.
- Figure 3 A : DSC régionaux (F_1) de l'hémisphère droit d'un patient souffrant d'une occlusion de l'artère carotide interne droite (observation n° 3). (Pression artérielle : 110/70 mm Hg ; $p_a\text{CO}_2 = 38$ mm Hg).
B : Mesure réalisée chez cette patiente, 5 mois après anastomose temporosylvienne chirurgicale (pression artérielle = 140/90 mm Hg, $p_a\text{CO}_2 = 38$ mm Hg).
- Figure 4 A : DSC régionaux (ISI) de l'hémisphère gauche d'une patiente présentant une occlusion sylvienne gauche (obs

./ . LEGENDES

Figure 4 (suite) B : mesure réalisée chez cette patiente 19 jours après une tentative infructueuse d'anastomose temporo-sylvienne. (pression artérielle = 140/90 mm Hg, $p_a\text{CO}_2 = 38$ mm Hg).

Figure 5 DSC régionaux (ISI) de l'hémisphère gauche d'un patient porteur d'un anévrysme artérioveineux dans la région de l'insula gauche : ischémie de cet hémisphère cérébral par vol de sang (steal syndrome). (pression artérielle = 140 / 70 mm Hg ; $p_a\text{CO}_2 = 38$ mm Hg).
Angiographie carotidienne gauche.

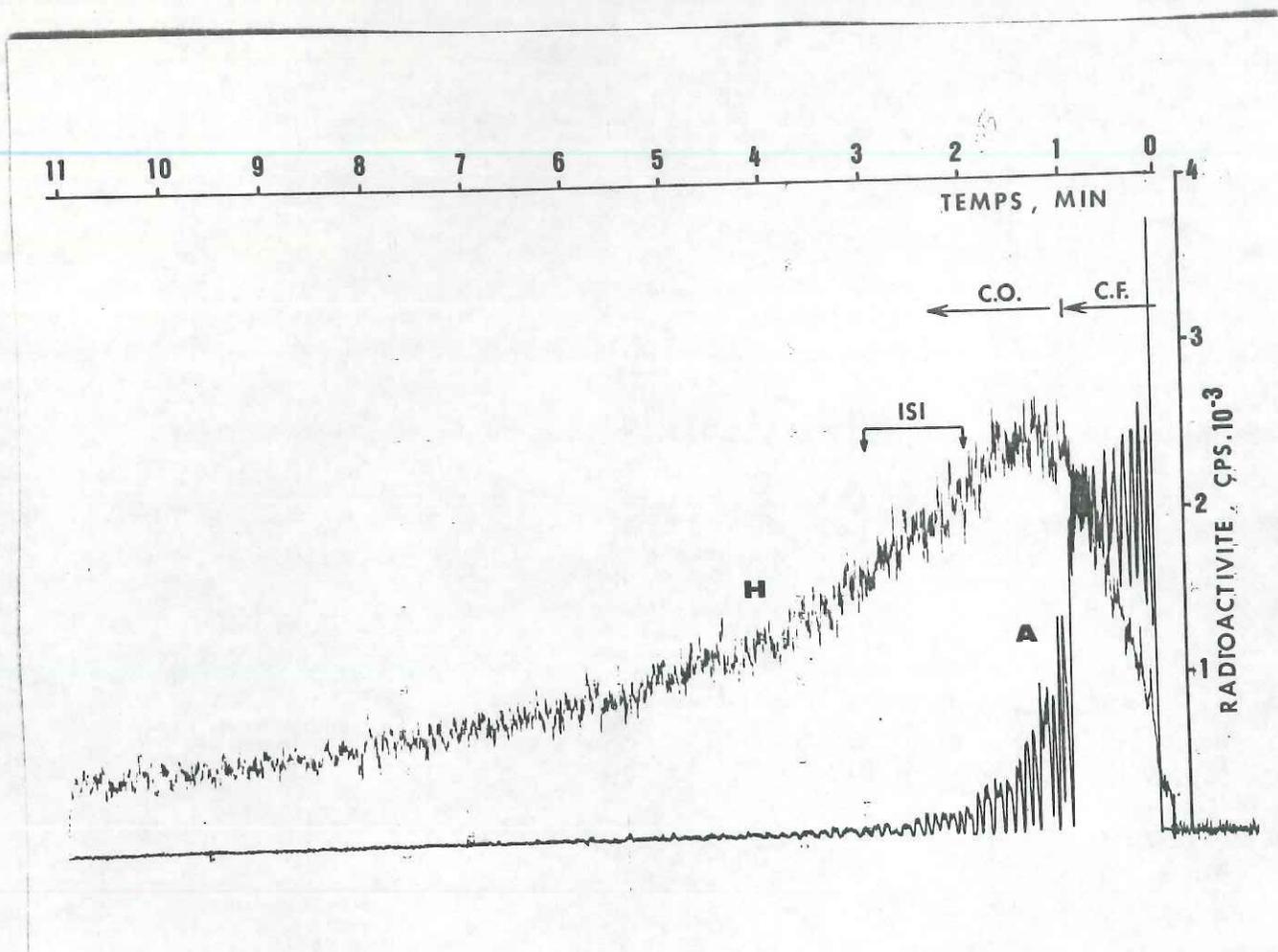
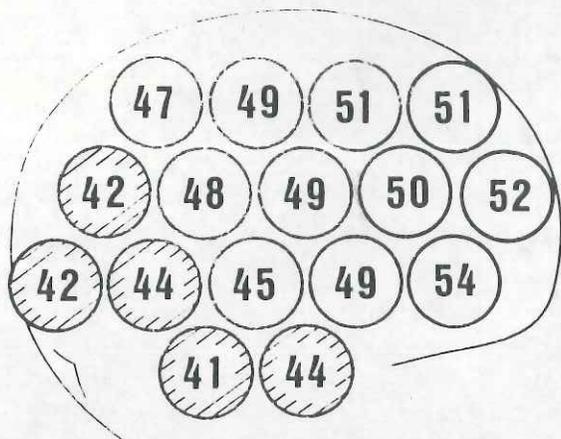


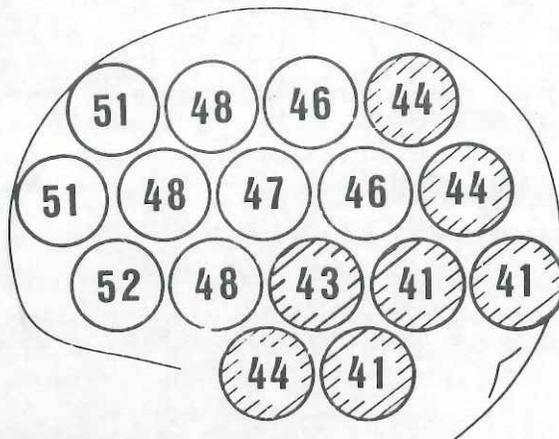
Figure 1.

DR.



$$\overline{DSC} = 47$$

GA.

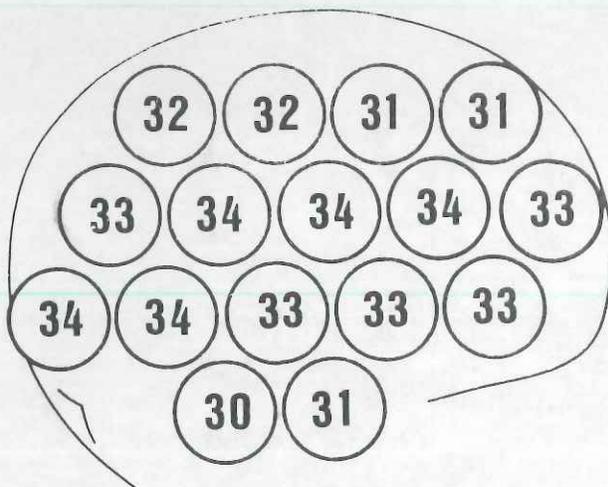


$$\overline{DSC} = 46$$

ML / MIN. 100 GR

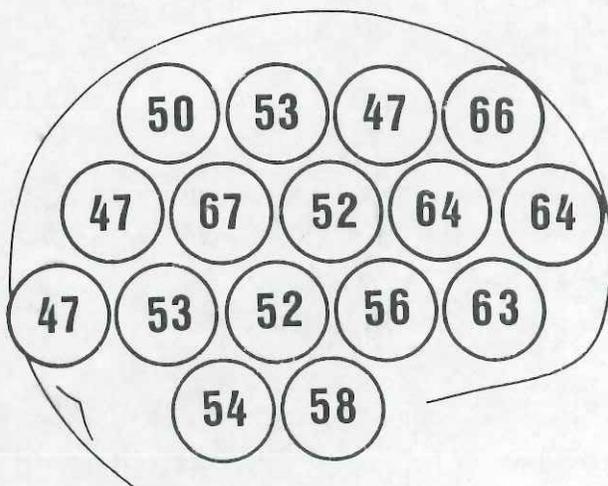
Figure 2.

A



$\overline{\text{DSC}} =$
33

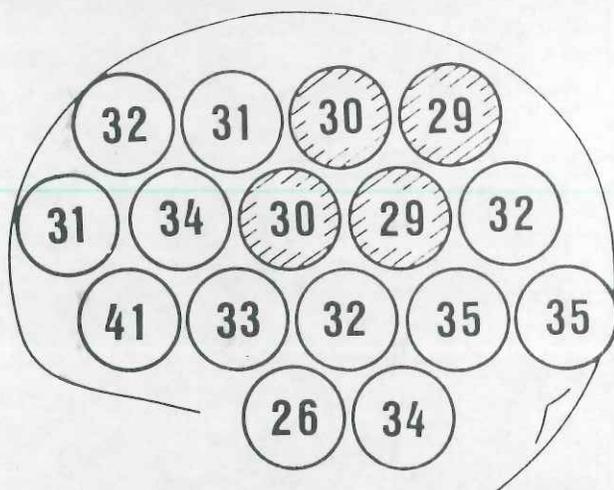
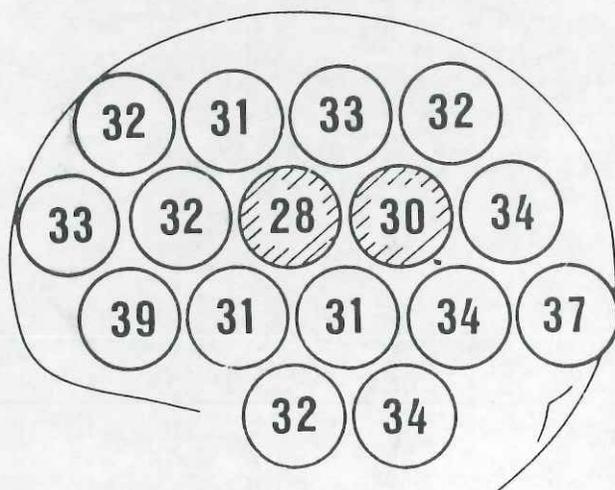
B



$\overline{\text{DSC}} =$
56

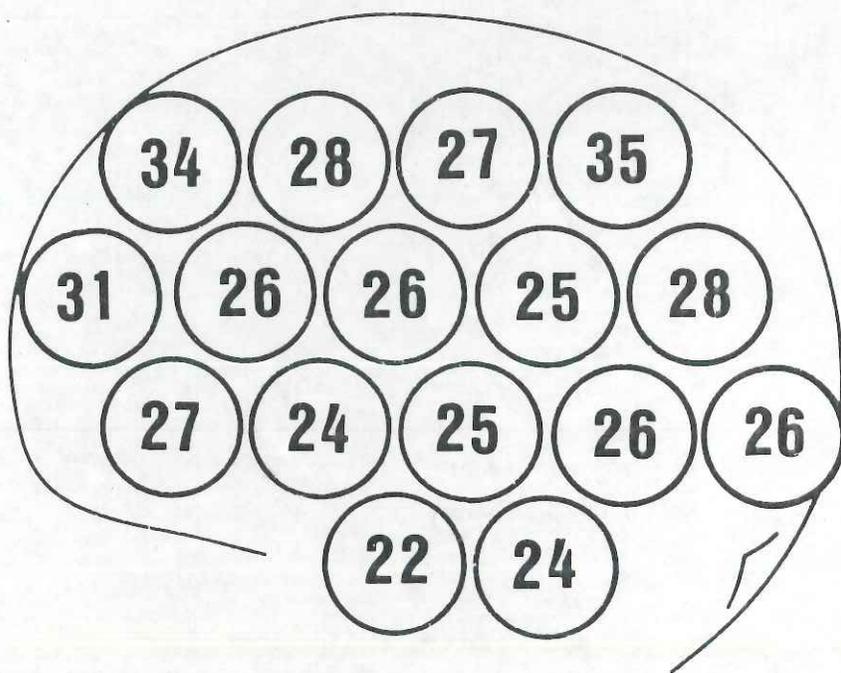
ML/MIN. 100GR

figure 3

A $\overline{\text{DSC}} =$
32**B** $\overline{\text{DSC}} =$
33

ML / MIN. 100 GR

Figure 4.



$\overline{DSC} = 26$

ML / MIN. 100 GR