

# DTC ET HÉMORRAGIE MÉNINGÉE

DU TECHNIQUES ULTRASONIQUES EN ANESTHÉSIE RÉANIMATION

08/12/2023

DR KAROLE PIQUEMAL

UNITÉ DE RÉANIMATION TRAUMATO-CHIRURGICALE ET BRULÉS.

CHRU DE TOURS

# PLAN

## Hémorragie Sous-Arachnoïdienne (HSA) :

- Généralités.
- Prise en charge.

## Echo-Doppler-transcrânien (DTC) :

- Principes de réalisation et d'interprétation.
- Aide à la prise en charge?
- Vasospasme et ischémie cérébrale retardée.

# HÉMORRAGIE SOUS-ARACHNOÏDIENNE

- Généralités:

# HÉMORRAGIE SOUS-ARACHNOÏDIENNE

## Clinique :

- **Céphalées intenses**, à début **brutal**.
- Raideur de nuque (70%)
- Vomissements (69%)
- Perte de conscience (29%)
- Crises convulsives (6 à 15%)

## Imagerie :

- (Angio-)TDM cérébrale confirme le diagnostic:
  - = Sang dans les espaces sous arachnoïdiens.

# HÉMORRAGIE SOUS-ARACHNOÏDIENNE

- Représente 1 à 7% des AVC = Incidence 9,1/100 000 personnes/an.
- Mais 50% avant l'âge de 35 ans.
- Mortalité à 28 jours d'environ 42%.
- Mortalité hospitalière 18%.

*Feigin, V.L. Lancet Neurol., 2003. 2: p. 43-53.  
Ingall, T. Stroke., 2000. 31: p. 1054-61.  
Lantigua, H. Crit Care, 2015. 19: p. 309.*

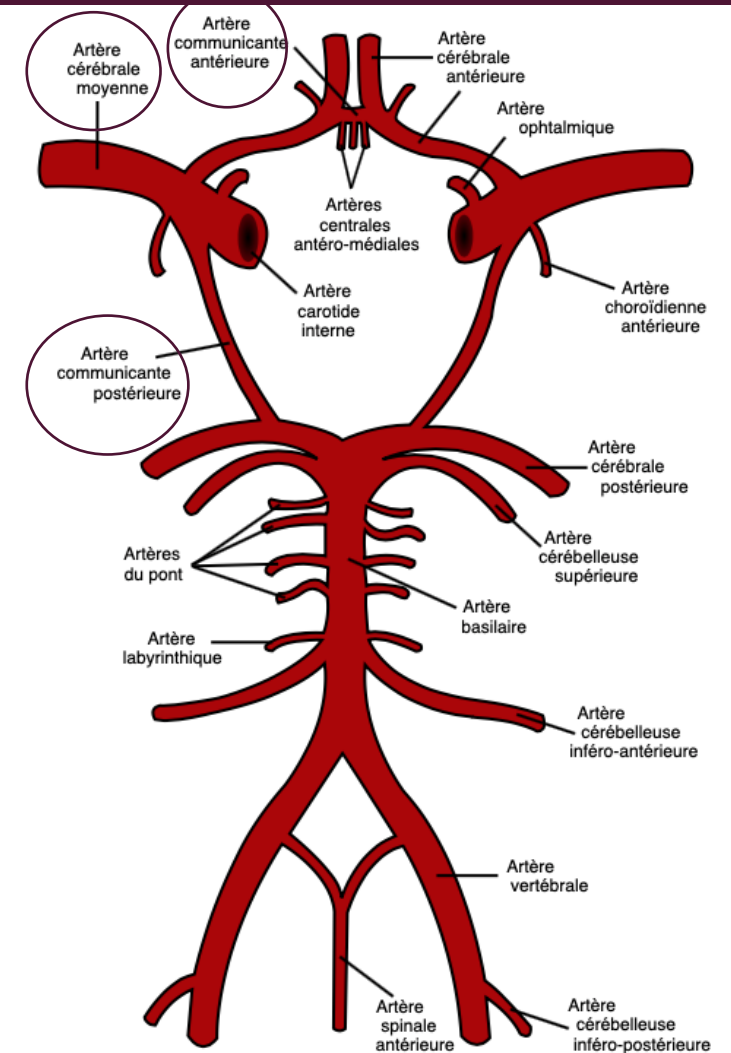
# HÉMORRAGIE SOUS-ARACHNOÏDIENNE

- 80% des HSA sont secondaires à une rupture anévrysmale.
- Prévalence d'anévrismes intracrâniens estimée entre 1 et 5% de la population générale.
  - Se compliquant d'HSA dans 20 à 50% des cas.
- La taille de l'anévrisme est l'élément majeur du risque de rupture:
  - 0,05% /an si < 10mm.
  - 6% /an si > 25mm.

*Brisman, J.L. N Engl J Med., 2006. 355: p. 928-39.  
Unruptured intracranial aneurysms--risk of rupture and risks of surgical intervention. International Study of  
Unruptured Intracranial Aneurysms Investigators. N Engl J Med., 1998. 339: p. 1725-33.*

# LOCALISATIONS ANÉVRISMALES

|                                                |      |
|------------------------------------------------|------|
| Artère communicante antérieure                 | 30%  |
| Artère communicante postérieure                | 24%  |
| Artère cérébrale moyenne                       | 20%  |
| Artère carotide interne                        | 7,5% |
| Tronc basilaire                                | 7%   |
| Artère péricalléuse                            | 4%   |
| Artère cérébelleuses postéro-inferieure (PICA) | 3,5% |
| Autres                                         | 4%   |



# DEVENIR

- Mortalité à 1 mois : 30%.
- Séquelles cognitives :
  - ✓ Mémoire (14 à 61%)
  - ✓ Fonctions exécutives (3 à 76%)
  - ✓ Langage (0 à 76%)
- Séquelles fonctionnelles :
  - ✓ Activités nécessaires à la vie quotidienne (44 à 93%)
  - ✓ retour au travail (6 à 40%)
- Diminution qualité de vie.
- Anxiété et dépression (5 à 50%).
- Fatigue (31%).

# Echelle clinique WFNS\*

(World Federation of Neurological Surgeon)

|     | GCS   | Deficit           | Mauvaise evolution<br>à 3 mois (%) |
|-----|-------|-------------------|------------------------------------|
| I   | 15    | Absent            | 13                                 |
| II  | 13-14 | Absent            | 20                                 |
| III | 13-14 | Présent           | 42                                 |
| IV  | 7-12  | Absent ou présent | 51                                 |
| V   | 3-6   | Absent ou présent | 68                                 |

## ECHELLE RADIOLOGIQUE DE FISCHER MODIFIÉE

| Grade | Critères                                               | Proportion<br>de patients (%) | Infarctus<br>cérébral (%) |
|-------|--------------------------------------------------------|-------------------------------|---------------------------|
| 0     | Pas d'HSA ou d'HV                                      | 5                             | 0                         |
| 1     | HSA mince, pas d'HV dans les<br>ventricules latéraux   | 30                            | 6                         |
| 2     | HSA mince, HV dans les<br>ventricules latéraux         | 5                             | 14                        |
| 3     | HSA épaisse, pas d'HV dans les<br>ventricules latéraux | 43                            | 12                        |
| 4     | HSA épaisse, HV dans les<br>ventricules latéraux       | 17                            | 28                        |

# HÉMORRAGIE SOUS ARACHNOÏDIENNE

- Prise en charge :

# TRAITEMENT DU SAC ANÉVRISMAL

- Traitement précoce «as early as feasible» (classe I)
- Reco France 2004+ESO 2013 : **sécurisation de l'anévrisme : délai < 48h - 72h**

# TRAITEMENT DU SAC ANÉVRISMAL

- **Reco AHA 2012:** Si l'anévrisme est accessible aux 2 traitements (clip/coils) : **coiling should be considered**

- Etude ISAT (n=2143)

- Comparaison sécurisation chirurgicale vs endovasculaire.
- Diminution risque relatif de décès ou de dépendance à 1 an 22.6% (95% CI 8.9–34.2).

Molyneux Lancet 2002

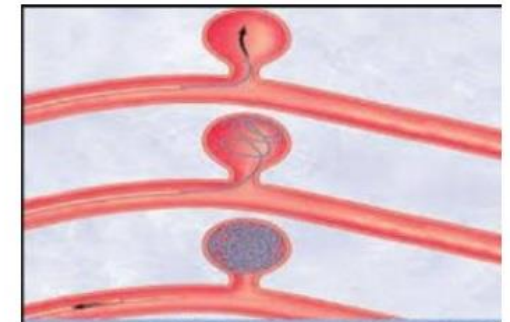


- Amélioration survie sans handicap à 10 ans (OR 1.34, 95% CI 1.07-1.67)

Molyneux Lancet 2015

- Si hématome (>50ml) ou anévrisme artère cérébrale moyenne :

- clipping may receive increased consideration (AHA 2012)
- factors favouring clipping (ESO 2013)



# COMPLICATIONS SECONDAIRES

- Resaignement (8 à 23% à 72h)
- Hydrocéphalie (20%)
- Crises convulsives
- HTIC (50%)
- Hypotension artérielle
- Ischémie retardée (30%)
- **Vasospasme**: Réduction du calibre des artères cérébrales => visualisable en artériographie ou au DTC.
- Déficit ischémique retardé : Déficit clinique, durée au moins 1 h.
- **Ischémie cérébrale retardée**: le véritable enjeu

# OBJECTIF DE LA PRISE EN CHARGE

- Préserver le débit sanguin cérébral.

- Énergétique cérébrale :

Cerveau consomme:

- 20% de l'O<sub>2</sub>
- 25% du glucose.

Réserve énergétique : **3minutes**

# OBJECTIF DE LA PRISE EN CHARGE

## **Limiter les agressions secondaires en préservant le DSC :**

- Altération de la macrocirculation : ↓ Débit sanguin cérébral
- Altération de la microcirculation : ↓ Apport tissulaire en oxygène
- Altération métabolique : ↓ Apport de glucose.

# ESCALADE THÉRAPEUTIQUE

- Comment la guider?

| Therapy Steps | Levels of Evidence | Treatment                                             | Risk                                                                                              |
|---------------|--------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 8             | Not reported       | Decompressive craniectomy                             | Infection or delayed hematoma<br>Subdural effusion<br>Hydrocephalus and syndrome of the trephined |
| 7             | Level II           | Metabolic suppression (barbiturates)                  | Hypotension and increased number of infections                                                    |
| 6             | Level III          | Hypothermia                                           | Fluid and electrolyte disturbances and infection                                                  |
| 5             | Level III          | Induced hypocapnia                                    | Excessive vasoconstriction and ischemia                                                           |
| 4             | Level II           | Hyperosmolar therapy<br>Mannitol or hypertonic saline | Negative fluid balance<br>Hypernatremia<br>Kidney failure                                         |
| 3             | Not reported       | Ventricular CSF drainage                              | Infection                                                                                         |
| 2             | Level III          | Increased sedation                                    | Hypotension                                                                                       |
| 1             | Not reported       | Intubation<br>Normocarbic ventilation                 | Coughing, ventilator asynchrony,<br>ventilator-associated pneumonia                               |

# CONTRÔLE DES ACSOS

Loi du « Normo-tout » :

- Capnie,
- Normoxie,
- Glycémie,
- Natrémie et Osmolarité,
- Température,
- Traitement d'une coagulopathie,
- ...

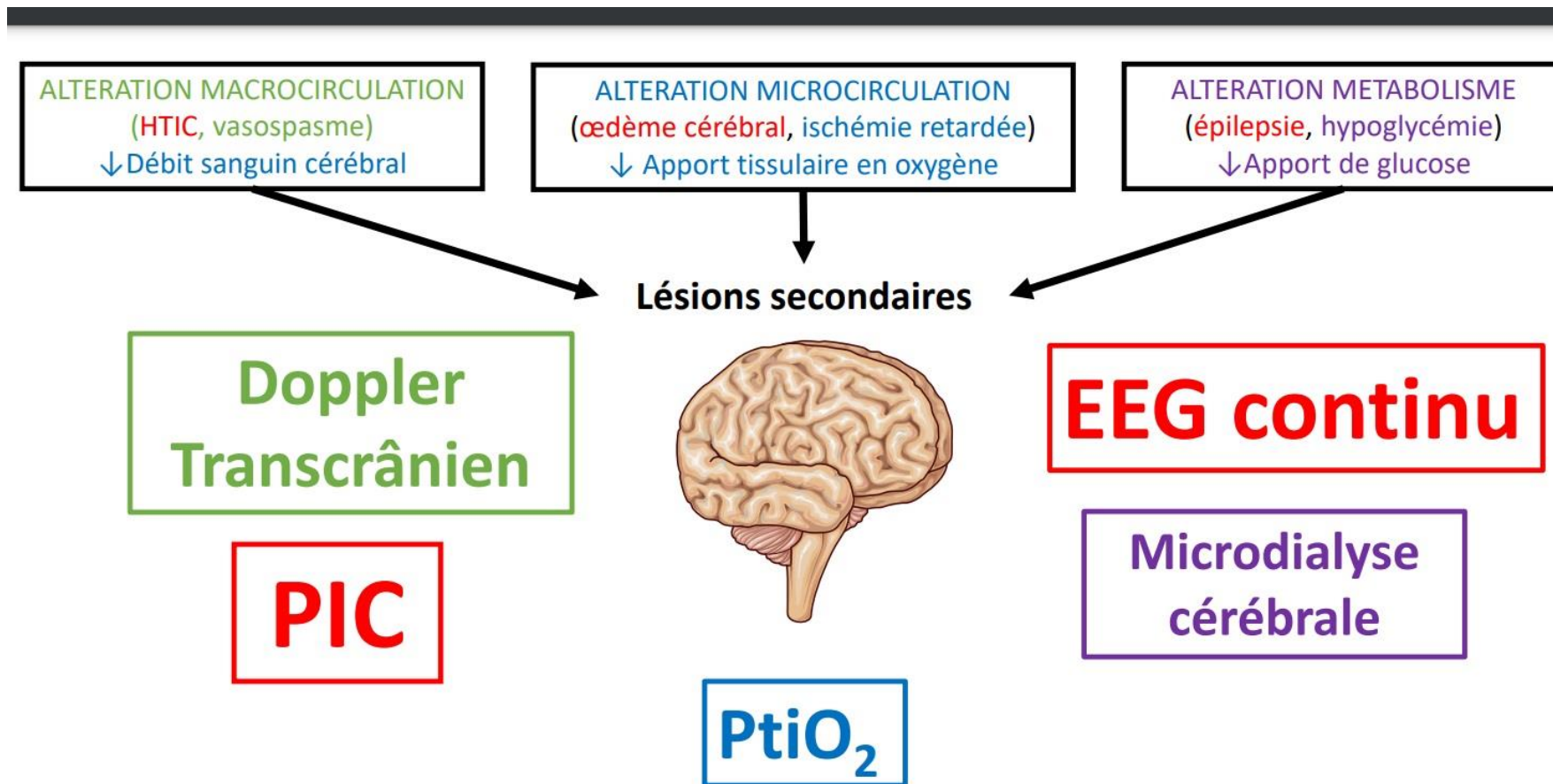
Agressions  
Cérébrales  
Secondaires  
d'Origine  
Systémique

# OBJECTIF DE LA PRISE EN CHARGE

**Limiter les agressions secondaires en préservant le DSC :**

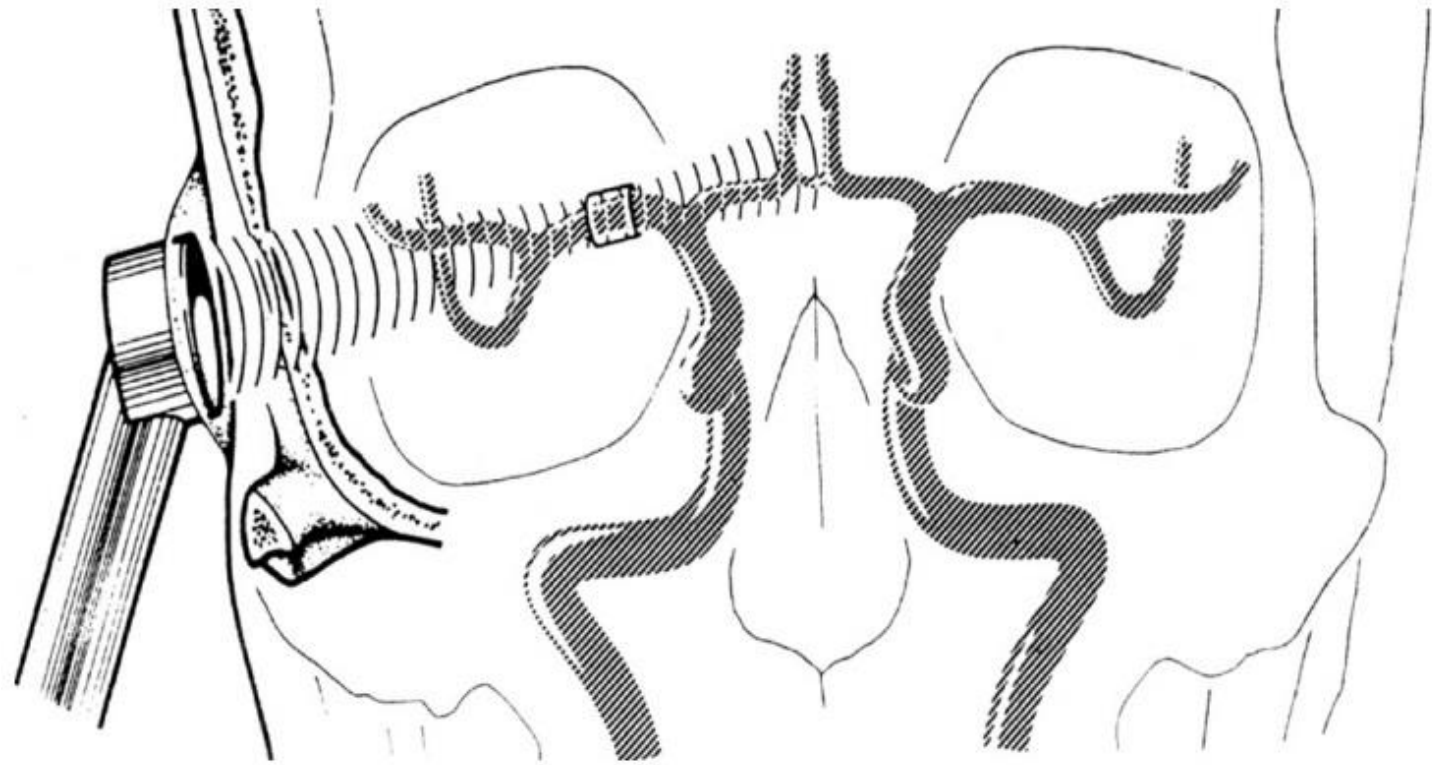
- Altération de la macrocirculation : ↓ Débit sanguin cérébral : **Intérêt du DTC**
  - Altération de la microcirculation : ↓ Apport tissulaire en oxygène
  - Altération métabolique : ↓ Apport de glucose.
- 
- **DTC inscrit dans un monitoring multimodal.**

# OBJECTIF DE LA PRISE EN CHARGE



# DOPPLER TRANS-CRANIEN

- Principes de réalisation et d'interprétation.

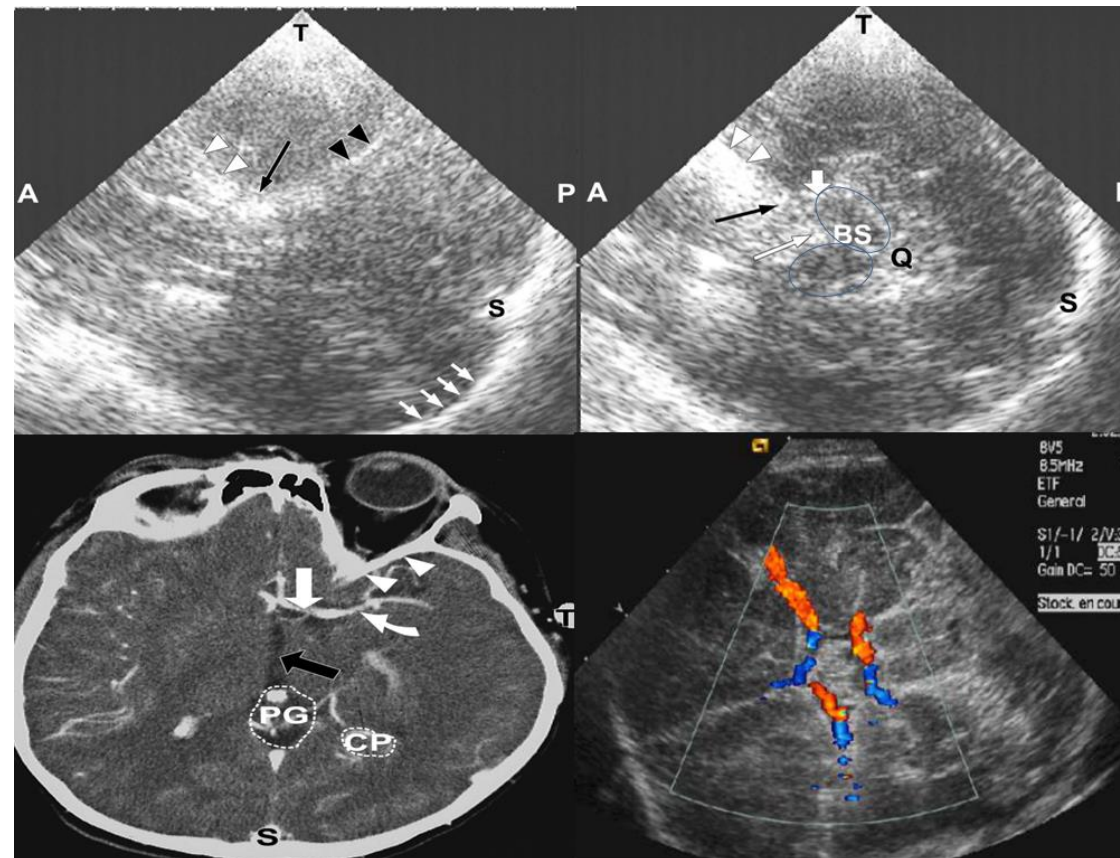


# DOPPLER TRANS-CRANIEN

Technique idéale:

- Non invasive,
- Réalisable au lit du malade,
- Répétée,
- Adaptée à tous types de patients (G15 => neurosédaté),
- Simple = apprentissage rapide.

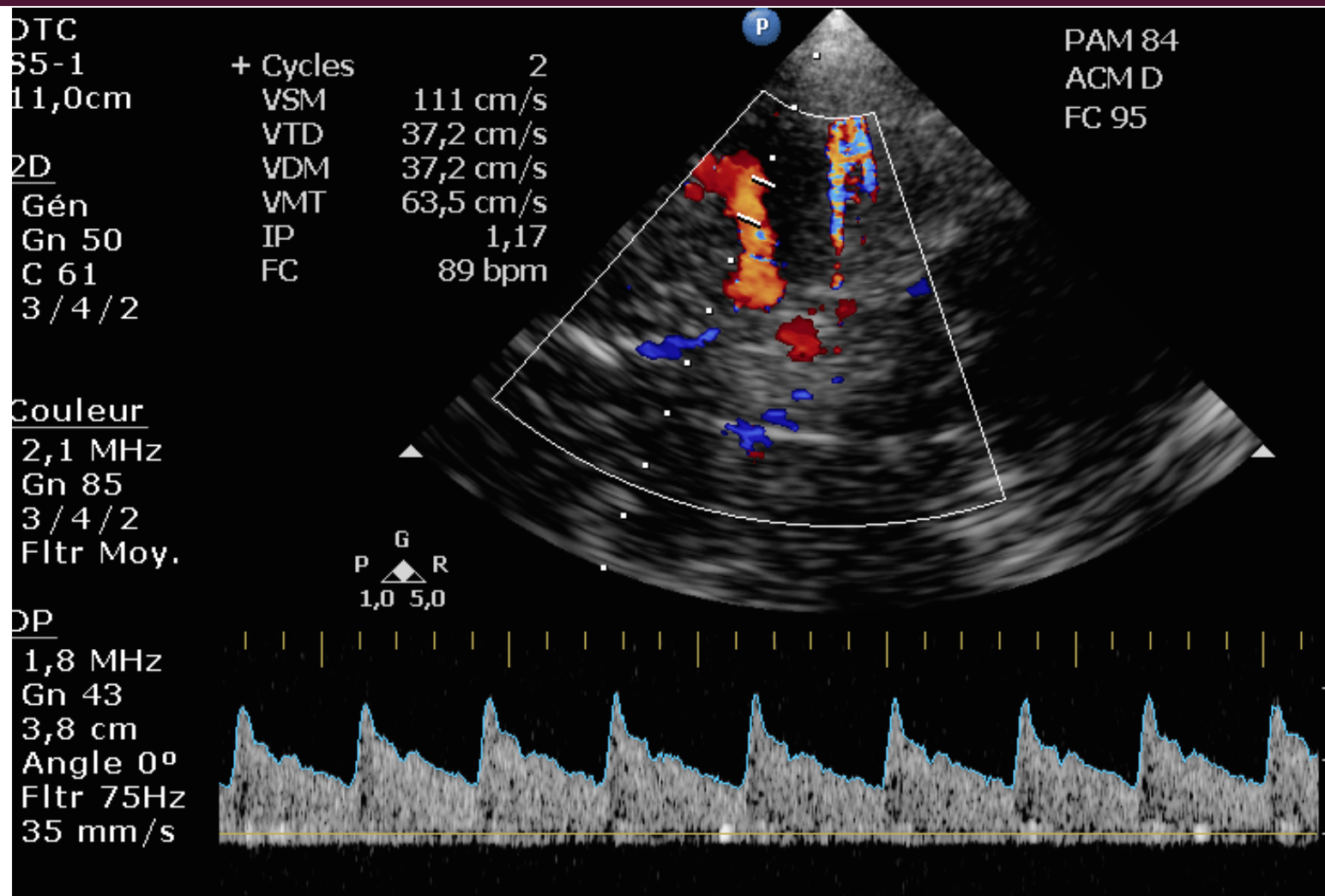
# SONO ANATOMIE



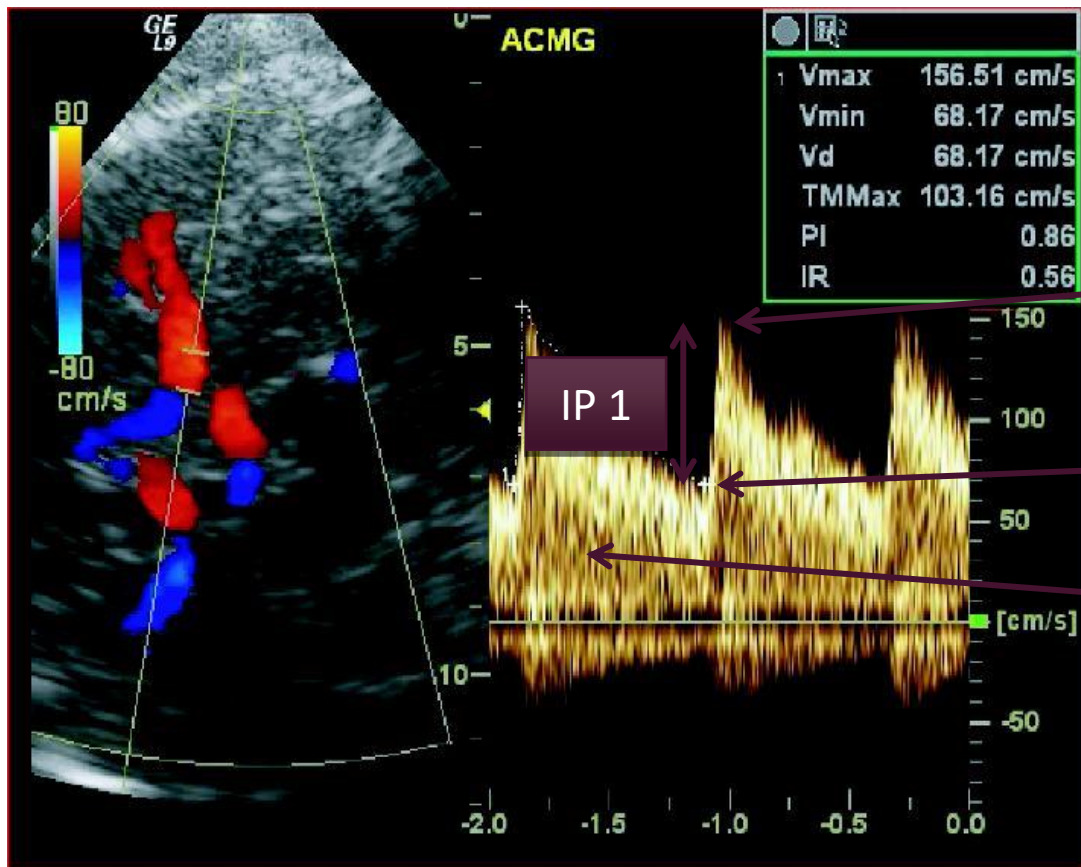
*A Guide to the Identification of Major Cerebral Arteries with Transcranial Color Doppler Sonography*

■ J. Krejza, Z. Mariak, E. R. Melhem, R. J. Bert *AJR*: 174, May 2000

# ECHO-DOPPLER TRANSCRÂNIEN

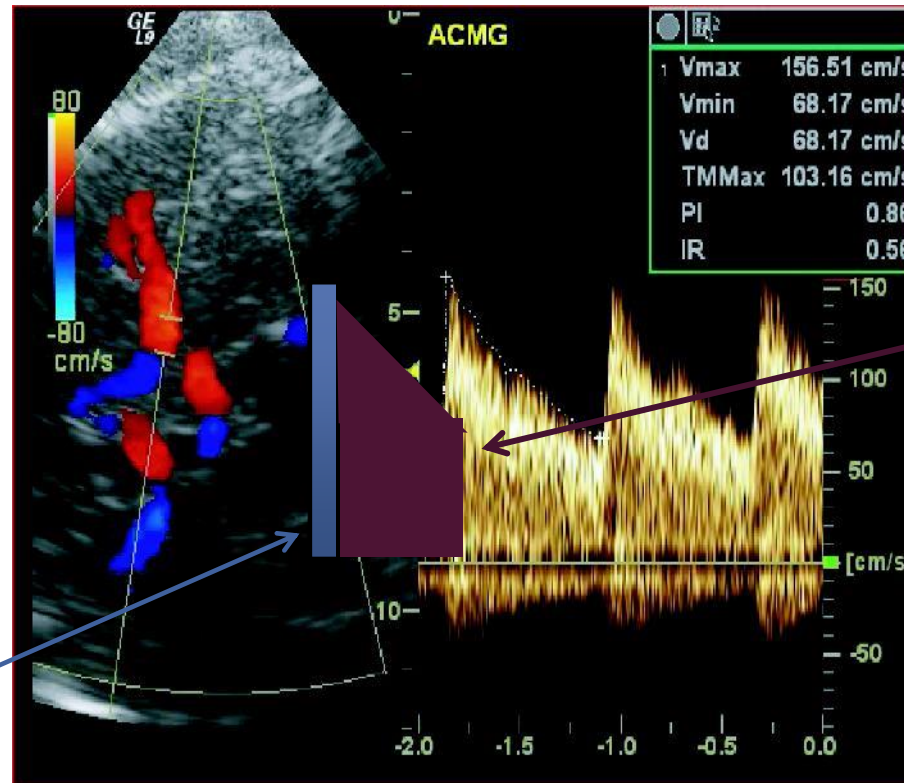


# ECHO-DOPPLER TRANSCRÂNIEN



- Mesure des vitesses des éléments figurés du sang (pas le débit)
- Index de Pulsatilité  $IP = (V_{syst} - V_{dia}) / V_{moy}$

# ECHO-DOPPLER TRANSCRÂNIEN

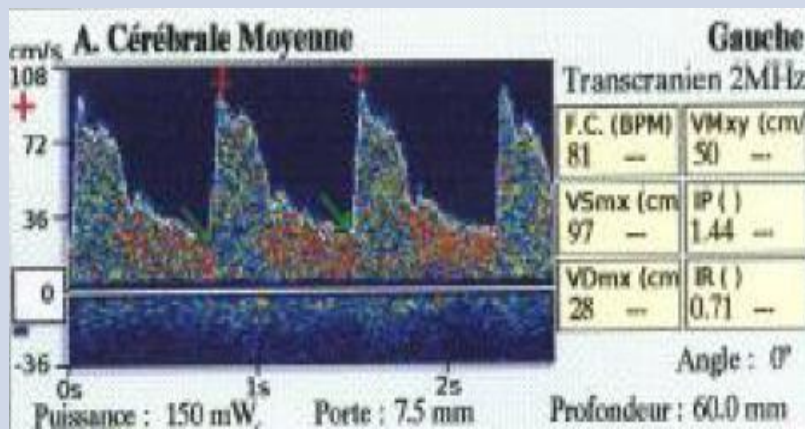


**Systole**  
Dépendant  
débit  
cardiaque, PA

**Diastole**  
Résistance  
cérébrale

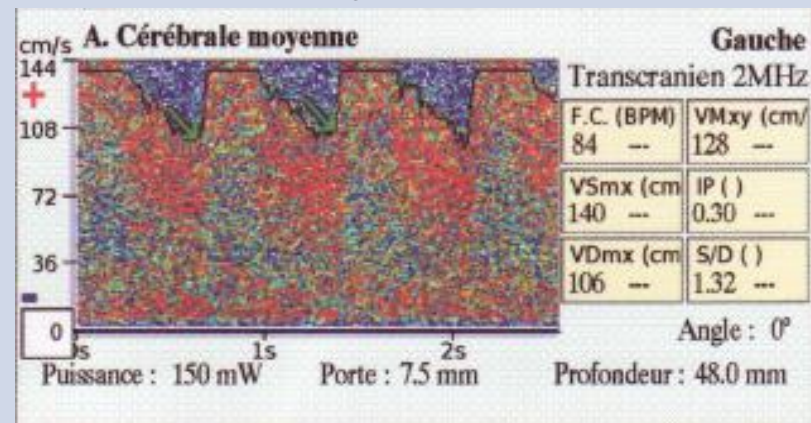
## OLIGHEMIE CEREBRALE

Vd Vm basse : bas DSC : olighémie  
Vs normale, IP élevé (1,44)



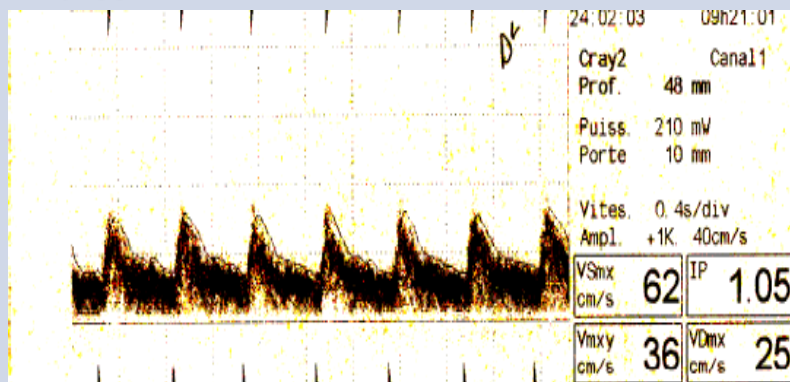
## HYPEREMIE

Élévation Vd Vm : DSC élevé  
Si absence de vasospasme



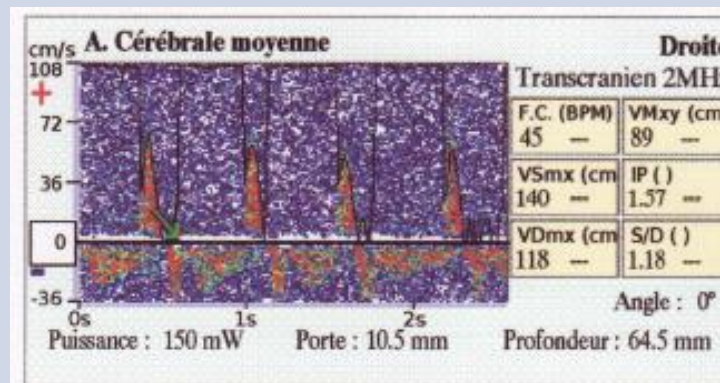
## OLIGHEMIE SYSTEMIQUE

Vd Vm basses  
IP normal : résistances vasculaires cérébrales normales



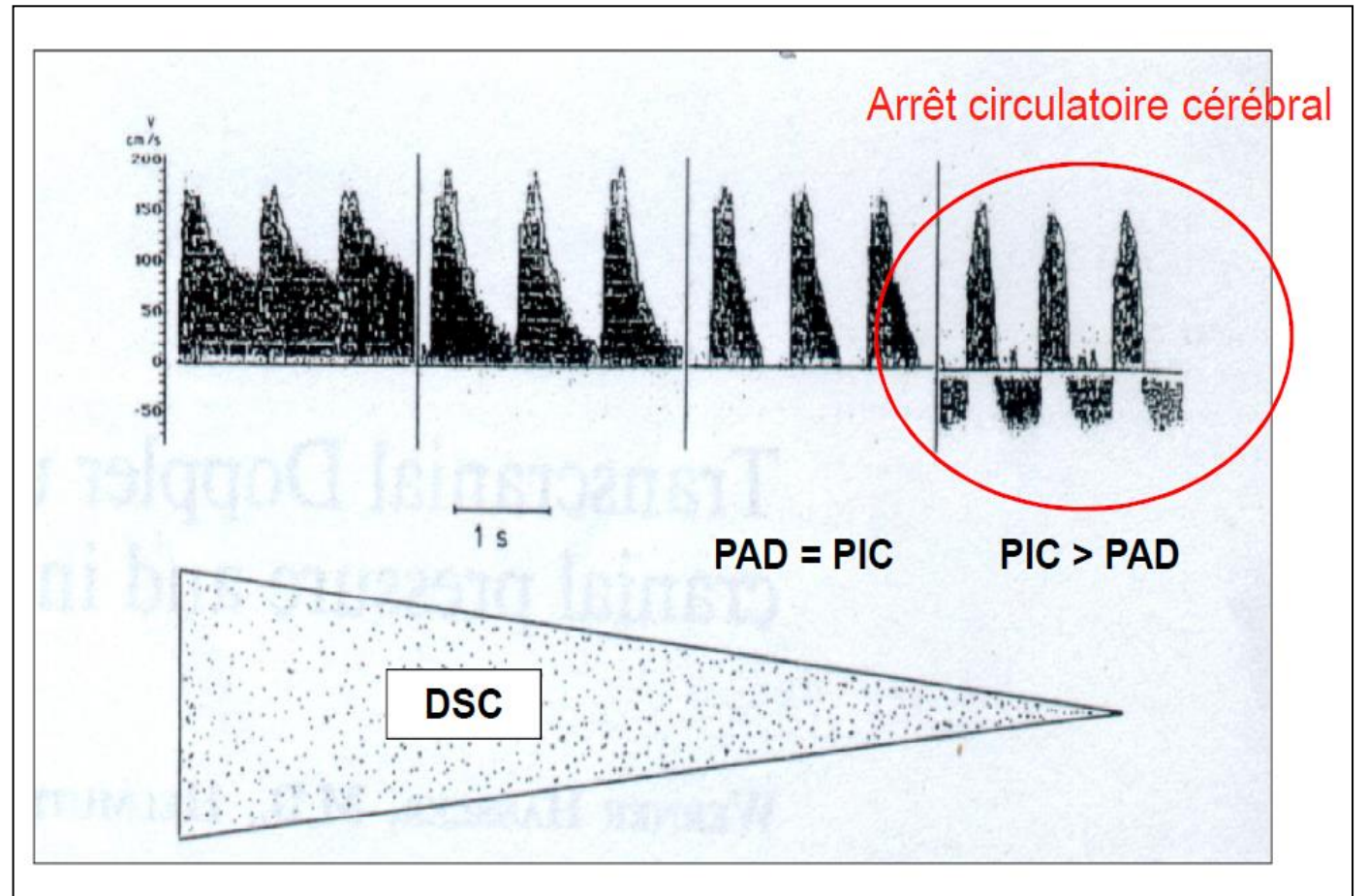
## ARRET CIRCULATOIRE

Flux pendulaire : positif en systole, négatif en diastole

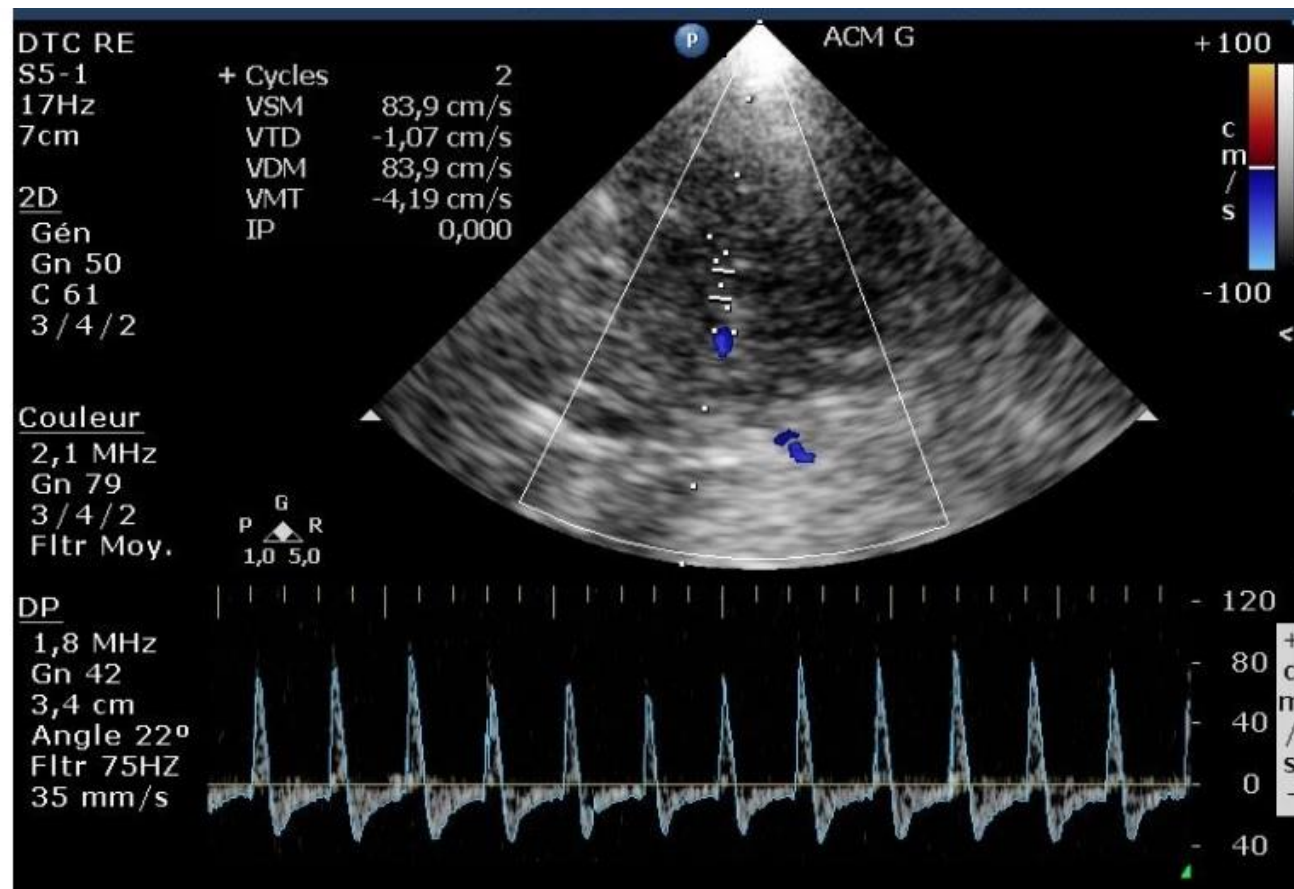


# HTIC

- HTIC:
  - Vitesse systolique  $< 20 \text{ cm/s}$ .
  - $IP > 1,20$ .



# REVERSE FLOW



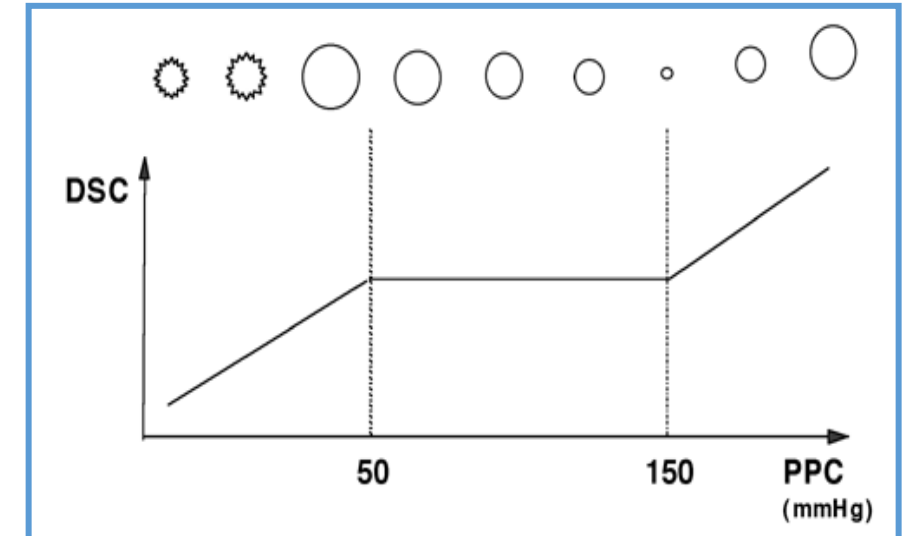
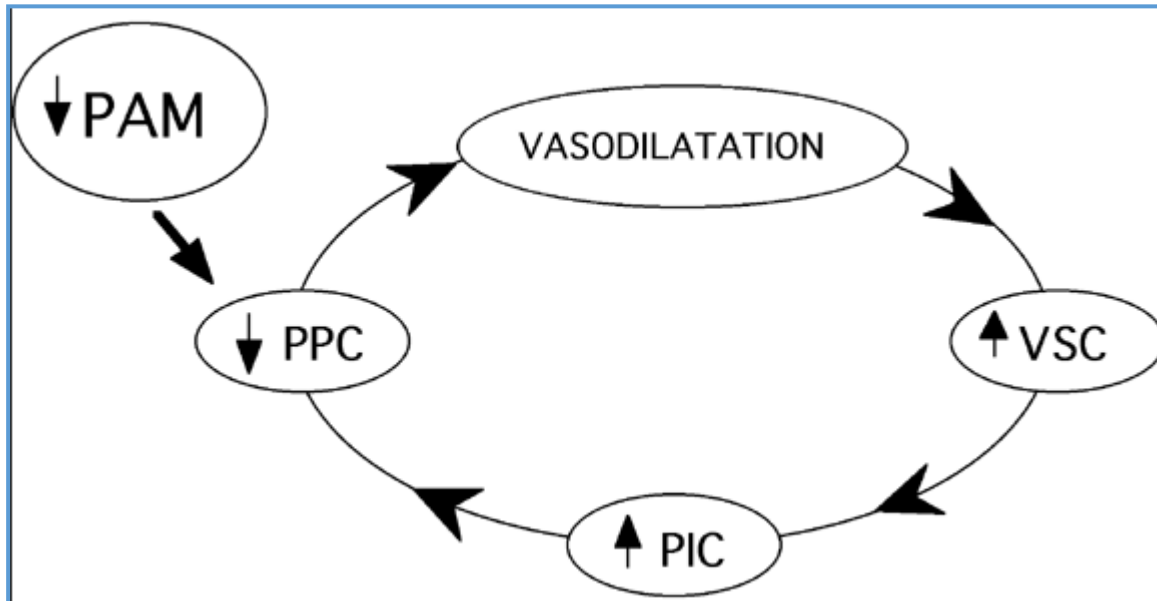
# ECHO-DOPPLER TRANSCRÂNIEN

1. Hémodynamique cérébrale?
2. Guider les thérapeutiques pour le contrôle de l'HTIC dans le cadre d'un monitoring multimodale.  
Autorégulation cérébrale?
3. Diagnostic du Vasospasme.

# AUTORÉGULATION

Concept de Lund

## Cascade de Rosner



↑ PPC → ↑ œdème → délétère au long cours car augmentation perméabilité capillaire des zones lésées

Préconise PPC 50-60 mmHg

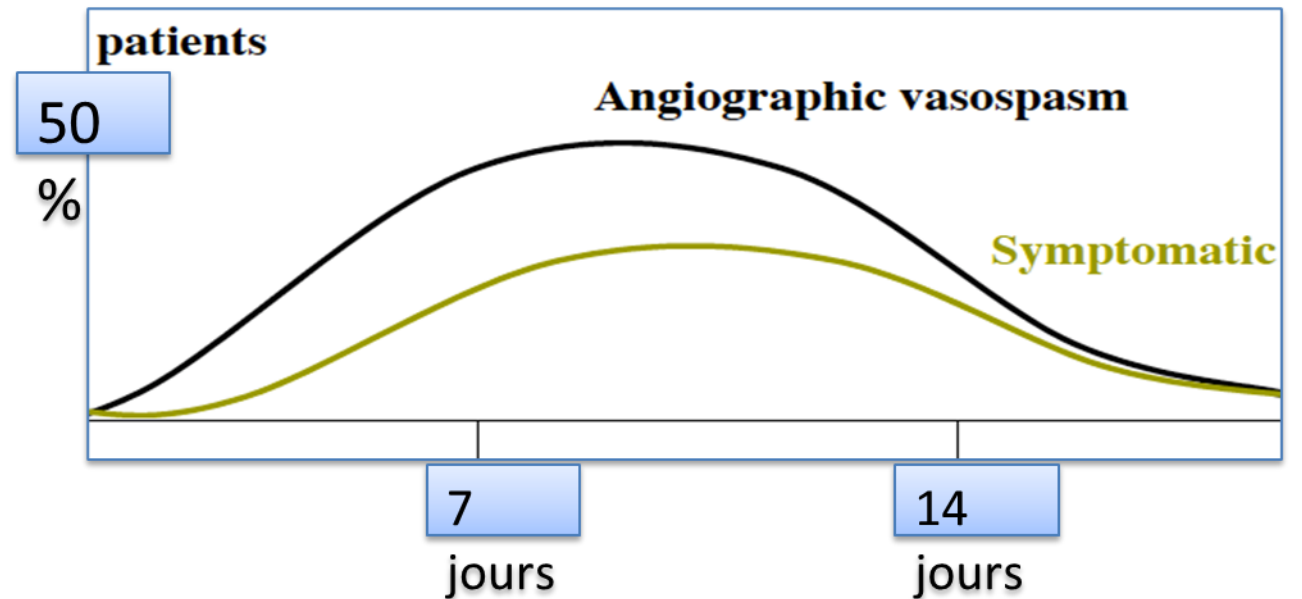
# VASOSPASME

- Enjeu : ischémie cérébrale retardée

30% des patients présentent une ischémie cérébrale retardée

- Distinction entre

- Étiologie : vasospasme,
- Symptôme : altération neurologique,
- Lésion : infarctus cérébral.



# DIAGNOSTIC

## ■ Evaluation neurologique possible :

- **Examen Clinique**
- DTC
- Angiographie
- TDM/IRM de perfusion
- Monitoring multimodal

## ■ Neurosédation :

- Examen clinique
- **DTC**
- **Angiographie = Gold Standard**
- **TDM/IRM de perfusion**
- **Monitoring multimodal**

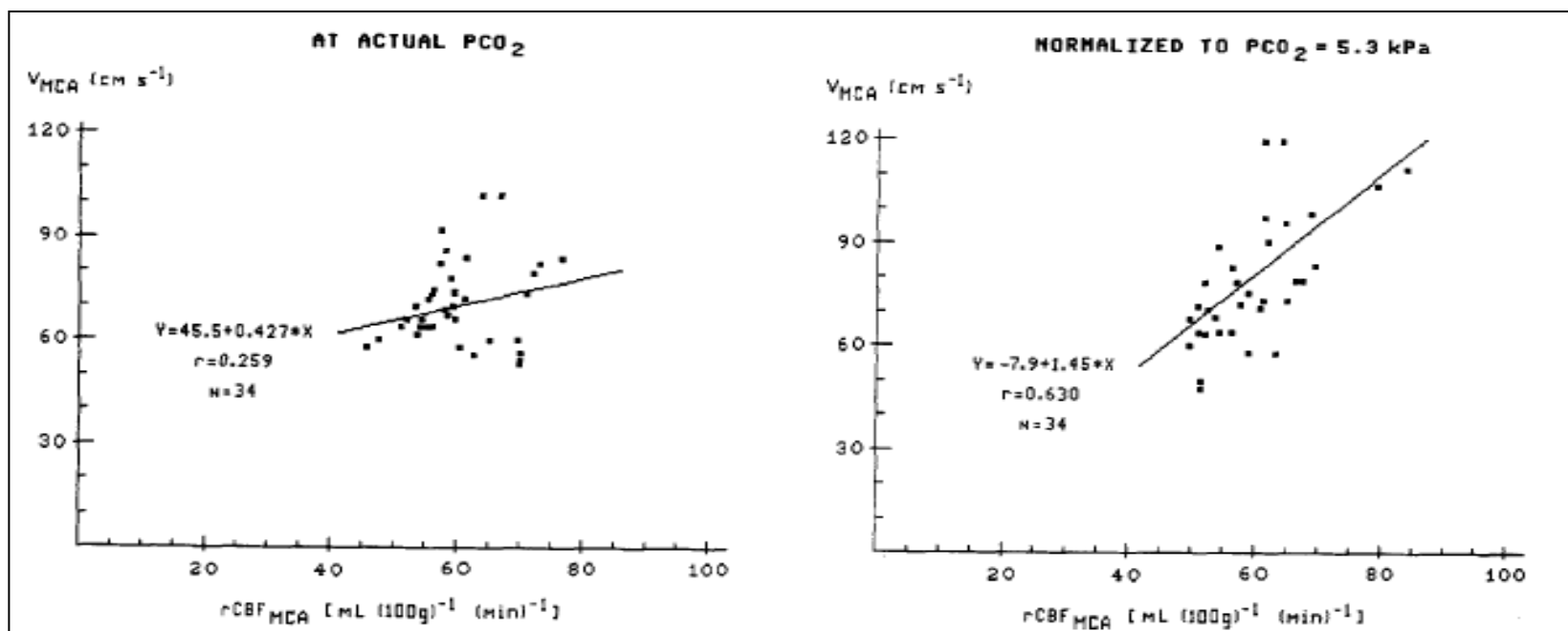
# DÉFINITION

Le vasospasme est un diagnostic d'imagerie.

- Vasospasme modéré : réduction de la lumière artérielle  $< 25 \%$
- Vasospasme de sévérité moyenne: réduction la lumière artérielle 25 à 50 %
- Vasospasme sévère: réduction de la lumière artérielle  $> 50 \%$

# DTC ET VASOSPASME

Corrélation entre les vitesses et le débit sanguin cérébral pour le territoire de l'artère cérébrale moyenne



# DTC ET VASOSPASME

- Intéresse principalement les gros troncs
- 136 artériographies pour vasospasme

TABLE 2  
*Location and Distribution of Angiographic Vasospasm*

| Group | Location and Severity    | Number of Patients | Percentage of Entire Group | Percentage with Significant Spasm |
|-------|--------------------------|--------------------|----------------------------|-----------------------------------|
| 1     | None or mild (<25%)      | 28                 | 41.2                       |                                   |
| 2     | Basal vessels only       | 20                 | 29.4                       | 50.0                              |
| 3     | Basal and distal vessels | 17                 | 25.0                       | 42.5                              |
| 4     | Distal vessels only      | 3                  | 4.4                        | 7.5                               |

# DTC ET VASOSPASME

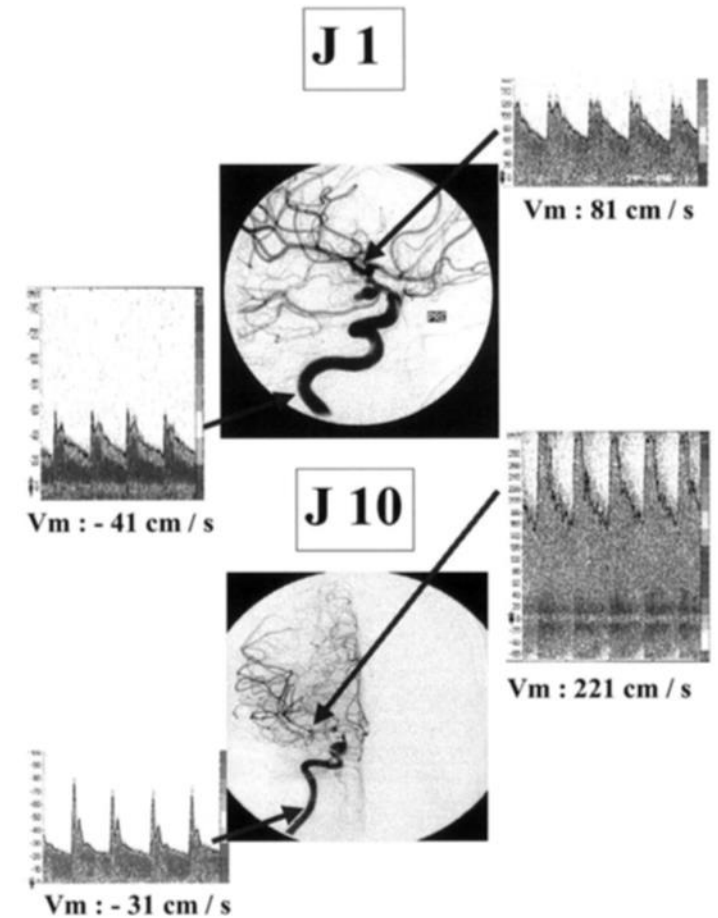
Accélération des vitesses :

- Critères ACM :
  - $V_m < 120$  cm/s : normalité
  - $V_m > 200$  cm/s : vasospasme sévère
  - $120 < V_m < 200$  : vasospasme modéré
- Augmentation  $V_m > 50\%$  sur la journée
- Index de Lindegaard  $\Rightarrow V_m (ACM) / V_m (ACI) > 3$

*Lindegaard, Acta neurochir. 1989*

*Grosset DG, 1992*

*Aaslid R. neurosurgery 1984*



# LIMITES DU DTC

- Mauvais Se/Sp sur circulation postérieure,
- Pas d'information sur les vaisseaux distaux.

## **Vasospasme et HTIC, artères hors ACM.**

- Limite technique sur l'absence de acoustique.
- Nécessité de répéter les mesures en plusieurs sites pour chaque vaisseau.
- Jusqu'à 40% d'ischémie retardée avec des critères doppler négatifs

## **Vasospasmes symptomatiques avec $V_m \text{ ACM} < 120 \text{ cm/s}$**

- Possibilité d'hyperhémie cérébrale sans vasospasme.
- Sous estimation du vasospasme du fait de l'HTIC, qui majore le risque ischémique.

# DIAGNOSTIC DE VASOSPASME AU DTC

- Etude rétrospective incluant 101 patients
- Corrélation entre artériographie et vitesses moyennes

| Velocité DTC<br>cm/s | Sensibilité | Spécificité | VPP | VPN |
|----------------------|-------------|-------------|-----|-----|
| > 120                | 88%         | 72%         | 55% | 94% |
| 120-159              | 40%         | 80%         | 44% | 77% |
| 160-199              | 31%         | 93%         | 56% | 75% |
| > 200                | 27%         | 98%         | 87% | 77% |

# DIAGNOSTIC DE VASOSPASME AU DTC

- Etude rétrospective, 199 patients avec une HSA
- Mesure quotidienne des vitesses cérébrales
- Comparaison arterio et DTC dans le diagnostic clinique vasospasme :  $V_m > 120\text{cm/s}$
- Se identique

Table 3. Sensitivity and specificity of transcranial Doppler (TCD) (mean cerebral blood flow velocity  $>120\text{ cm/sec}$ ) to detect symptomatic vasospasm

| Vessel  | Prev | Sens | Spec | FN | FP | PPV | NPV | TN | TP |
|---------|------|------|------|----|----|-----|-----|----|----|
| Overall | 0.18 | 70   | 73   | 30 | 27 | 39  | 90  | 70 | 73 |
| MCA     | 0.13 | 64   | 78   | 36 | 22 | 30  | 93  | 64 | 78 |
| ICA     | 0.06 | 80   | 77   | 20 | 23 | 19  | 98  | 80 | 77 |
| ACA     | 0.09 | 45   | 84   | 55 | 16 | 21  | 94  | 45 | 84 |

# DTC ET VASOSPASME

- Meta-analyse
  - Mais 1/3 des études en simple aveugle
  - 8 utilisables sur 26

|     | <b>ACM</b><br><b>(5 essais. 218 patients)</b> | <b>ACA</b><br><b>(3 essais. 108 patients)</b> |
|-----|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| Se  | 67%                                           | 42%                                           |
| Sp  | 99%                                           | 76%                                           |
| VPP | 97%                                           | 56%                                           |
| VPN | 78%                                           | 69%                                           |

# DTC ET VASOSPASME

**TABLE 1.** Diagnostic Criteria on Transcranial Doppler Examination for Cerebral Vasospasm After Subarachnoid Hemorrhage

| Vessel | FVm, cm/second | Lindegaard Ratio                         |
|--------|----------------|------------------------------------------|
| MCA    | >120           | 3–5 (moderate)                           |
|        | 160–199        | >5 (severe)                              |
|        | >200           | >40 cm/second difference between 2 sides |
| ACA    | >120           | >3*                                      |
| BA     | >80–95*        |                                          |

\*Only moderate specificity.

ACA, anterior cerebral artery; BA, basilar artery; FVm, mean flow velocity; Lindegaard, ratio of FVm in the MCA/ACA and FVm in the submandibular internal carotid artery; MCA, middle cerebral artery.

# ISCHÉMIE CÉRÉBRALE RETARDÉE ET VASOSPASME

- Meta-analyse : 17 études, 2870 patients
- Doppler transcrânien
- Corrélation vasospasme/ischémie cérébrale retardée
- Sensibilité de 90% spécificité de 71%

# CONCLUSION

## DTC

- Examen indispensable à chaque étape de la prise en charge de l'HSA,
- Examen d'alerte pour le vasospasme,
- L'ischémie cérébrale retardée est l'objectif premier de la prise en charge.

L'énergétique cérébrale **imposant** un traitement rapide.

- S'inscrit dans un **monitorage multimodal** dans l'objectif de maintenir **le débit sanguin cérébral**.

MERCI DE VOTRE ATTENTION !



Et si vous avez des questions : [k.piquemal@chu-tours.fr](mailto:k.piquemal@chu-tours.fr)