

Transcranial Doppler Ultrasound Examination in Dogs with Suspected Intracranial Hypertension Caused by Neurologic Diseases

K. Sasaoka

(神経疾患による頭蓋内圧亢進が疑われる犬における経頭蓋ドプラ超音波検査)

はじめに

- 頭蓋内圧亢進(IH)は様々な頭蓋内疾患によって生じ、脳血流減少と機械的圧迫により脳に致命的な障害を生じうるため、迅速な診断と適切な治療が必要である。
- IH の診断は臨床症状(※1)と MRI 所見(※2)によってなされるが非特異的である。
- 経頭蓋ドプラ超音波検査(TCD)は脳動脈血流を評価する迅速、非侵襲的な方法でありヒトにおいては利用されているが、犬の IH における臨床的有用性は報告されていない。
- 目的：(1) **TCD 血管抵抗変数と IH を疑う MRI 所見の存在**が相関するかを決定する。
(2) **TCD 血管抵抗変数と頭蓋内構造的疾患の存在**が相関するかを決定する。

Materials and Methods

- 2011年10月～2012年10月、北海道大学、前向き研究
- 組み入れ基準 - 頭蓋内疾患が疑われ、全身麻酔下にて MRI 検査を実施した犬
- IH の診断基準 - IH を疑う MRI 所見(※2)のうち 2 つ以上満たす症例を IH と診断

- MRI 所見に基づき 3 つのグループに分類(右表)

	Group I	Group II	Group III
○ TCD は MRI 撮影後に実施(TCD の方法は※3)	非構造的疾患	IH(-)の構造瀕疾患	IH(+)の構造的疾患

Results

- n=50、Table 1、Table 2
- TCD 血管抵抗変数のうち **Sm/Dm** のみがグループ間に有意差が認められ、**G III は G I、G II と比べて有意に高値。**
- **Sm/Dm と IH を示唆する MRI 所見の数との間に有意な正の相関**が認められた。
- G III を特定するための ROC 解析では Sm/Dm のカットオフ値 1.78 とした場合、感度 62%、特異度 92%。
- IH を示唆する神経学的異常の有無において TCD 変数の有意差はなかった。

Discussion

- Sm/Dm は G III において有意に高く、Sm/Dm が IH の診断に有用であることを示唆する。
脳圧亢進により収縮期血流速度が維持される一方、拡張期血流速度が減弱するためにこのような変化が生じる。
- 頭蓋内容積の増加が緩徐な場合、代償メカニズムから脳圧上昇が起きずに脳灌流圧が維持され、結果として G I、G II の間に TCD 変数の有意差を欠いた可能性がある。TCD は頭蓋内圧上昇が軽度では検出できない可能性。
- TCD は神経学的検査よりも感度よく簡易的に IH を診断することができる。

批評

- 一次診療において頭蓋内疾患に伴う IH を疑う術は臨床症状のみであり、低侵襲かつベッドサイドで実施可能な TCD(Sm/Dm)は IH 診断精度を上げ、神経疾患のエマージェンシー対応の一助となり得る。
- 麻酔薬とマンニトールの脳圧への影響、重篤例に関しては省かれているため、Sm/Dm の実数値、カットオフ値の利用には注意が必要で、個々の症例の Sm/Dm を経時的に測定し、脳圧の変化を観察する利用方法が有用。
- 重症例を含め研究を進めることで Sm/Dm 以外の TCD 変数である RI、PI の有用性も明らかになる可能性はある。

※1	意識レベルの低下、歩行異常、姿勢反応低下、瞳孔サイズの異常、瞳孔対光反射の欠如、威嚇反応の低下、クッシング反応
※2	脳溝の不明瞭化、脳ヘルニア、脳脊髄液腔の圧迫、中脳蓋の変位
※3	<p>描出方法 4-11Mhz のコンベックスプローブを使用、左側横臥位、頸部を 90 度に屈曲、経椎間、B モード、矢状断面、カラードプラにより脳底動脈を特定</p> <p>TCD 変数 最大収縮期速度(PSV)、拡張末期速度(EDV)、平均速度(Vm)、収縮期平均速度(Sm) 拡張期平均速度(Dm)、血管抵抗指数(RI=(PSV-EDV)/PSV)、拍同指数(PI=(PSV-EDV)/Vm)、Sm/Dm</p>

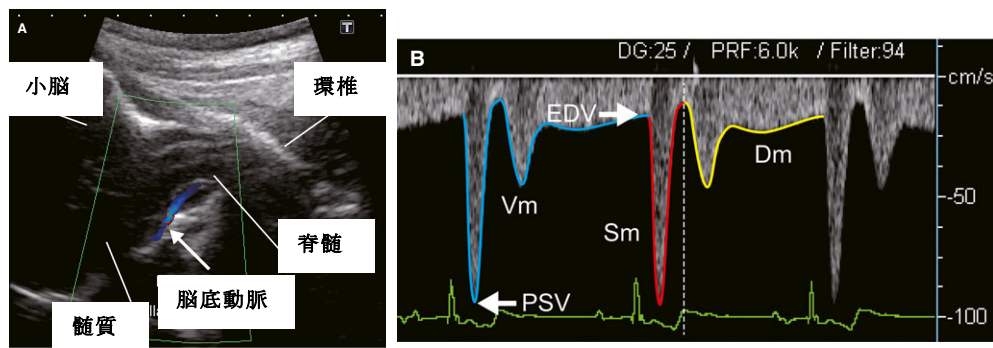


Table 1. Demographic data, physiologic variables, neurologic examination findings, clinical diagnoses, and MRI findings of 50 dogs that underwent transcranial Doppler ultrasound examination.

Variable	Group I (Control Group) (n = 15)	Group II (n = 22)	Group III (n = 13)	Overall P-value
Age (years)	7 (2-13)	6 (3-13)	8 (2-13)	0.88
Body weight (kg)	5.9 (2.4-24.1)	5.5 (1.7-33.3)	5.2 (1.3-20.6)	0.50
Sex				0.43
Male (No. intact)	9 (4)	15 (9)	6 (1)	
Female (No. intact)	6 (2)	7 (2)	7 (3)	
Physiologic variables during TCD				
Mean arterial pressure (mmHg)	65 (58-80)	75 (55-98)	70 (56-94)	0.43
End-tidal CO ₂ (mmHg)	36.0 (32.0-38.0)	34.5 (23.0-43.0)	33.0 (26.0-38.0)	0.09
Heart rate (rpm)	76.3 (58.3-147.4)	75.6 (48.5-125.0)	82.1 (40.7-158.7)	0.89
Neurologic examination				
Low level of consciousness	0	1	2	
Gait abnormalities	0	6	3	
Postural reaction deficits	0	9	4	
Pupil size abnormalities	0	1	1	
Absence of pupillary light reflexes	1	1	1	
Deficits in the menace response	1	4	3	
Clinical diagnosis				<0.001
Idiopathic epilepsy てんかん	15	2	0	
Intracranial neoplasia 腫瘍	0	7	7	
Encephalitis 脳炎	0	6	3	
Cerebrovascular disease 血管性	0	6	0	
Hydrocephalus 水頭症	0	1	3	
MRI findings				
Effacement of the cerebral sulci 脳溝の不明瞭化	0	0	7	
Brain herniation 脳ヘルニア	0	3	10	
Foramen magnum	0	2	8	
Transtentorial	0	0	5	
Subfalicine	0	1	3	
Compression of CSF space 脳脊髄液腔の圧迫	0	4	12	
Third ventricle	0	4	9	
Fourth ventricle	0	0	9	
Displacement of the lamina quadrigemina 中脳蓋の変位	0	2	8	

CSF, cerebrospinal fluid; MRI, magnetic resonance imaging.
Continuous data are expressed as the median (range). All overall P-values were determined by the Kruskal-Wallis test (continuous variables) or Fisher's exact test (categorical variables).

Table 2. Transcranial Doppler ultrasound examination variables for 3 groups.

Variable	Group I (Control Group) (n = 15)	Group II (n = 22)	Group III (n = 13)	ANOVA or Kruskal-Wallis	Overall P-value
PSV (cm/s)	76.4 (41.5-97.9) ^a	64.2 (34.3-99.3) ^a	81.7 (46.9-111.3) ^a	A	0.24
EDV (cm/s)	20.1 (13.4-33.1) ^a	19.9 (8.6-39.4) ^a	17.3 (8.9-39.0) ^a	A	0.84
Vm (cm/s)	34.2 (19.1-49.9) ^a	33.5 (13.7-56.8) ^a	27.7 (13.9-68.4) ^a	K	0.68
Sm (cm/s)	47.6 (24.9-64.7) ^a	44.9 (18.4-78.2) ^a	41.5 (22.0-95.8) ^a	A	0.60
Dm (cm/s)	30.0 (17.5-44.6) ^a	28.0 (11.4-48.2) ^a	23.6 (11.8-50.9) ^a	A	0.79
RI	0.72 (0.62-0.78) ^a	0.71 (0.57-0.80) ^a	0.75 (0.59-0.89) ^a	A	0.16
PI	1.57 (1.09-2.12) ^a	1.47 (1.03-2.41) ^a	1.84 (1.02-4.41) ^a	K	0.47
Sm/Dm	1.63 (1.43-1.75) ^a	1.62 (1.27-2.10) ^a	1.78 (1.44-2.58) ^b	K	0.01

A, ANOVA; Dm, diastolic mean velocity; EDV, end diastolic velocity; K, Kruskal-Wallis test; PI, pulsatility index; PSV, peak systolic velocity; RI, resistive index; Sm, systolic mean velocity; Sm/Dm, ratio of systolic to diastolic mean velocity; Vm, mean velocity.

Continuous superscript letters indicate significant differences among groups.

Table 3. Area under the receiver operating characteristic curve (AUC) and optimal diagnostic cutoffs to detect dogs with suspected intracranial hypertension among dogs with neurologic diseases.

Variable	AUC	95% CI	Sensitivity	Specificity	Cutoff	P-value
RI	0.66	0.47-0.85	0.38	0.95	0.79	0.09
PI	0.61	0.40-0.82	0.38	0.92	2.21	0.23
Sm/Dm	0.79	0.63-0.95	0.62	0.92	1.78	0.002

AUC, area under the receiver operating characteristic curve; CI, confidence interval; PI, pulsatility index; RI, resistive index; Sm/Dm, ratio of systolic to diastolic mean velocity.