

Title	Evaluation of the Pressure Transfer System in the Intracranial Cavity by Coherency.
Author(s)	原, 圭太
Citation	大阪大学, 1999, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/43025
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉 大阪大学の博士論文について 〈/a〉 をご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏 名	原 圭 太
博士の専攻分野の名称	博 士 (医 学)
学 位 記 番 号	第 1 4 8 3 6 号
学 位 授 与 年 月 日	平 成 11 年 5 月 28 日
学 位 授 与 の 要 件	学 位 規 則 第 4 条 第 2 項 該 当
学 位 論 文 名	Evaluation of the Pressure Transfer System in the Intracranial Cavity by Coherency. (コヒーレンス関数による頭蓋内腔圧伝達特性の検討)
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 吉 峰 俊 樹 (副査) 教 授 多 田 道 彦 教 授 杉 本 壽

論 文 内 容 の 要 旨

[目的]

頭蓋腔のコンプライアンスが小さいほど血圧 (BP) 波が頭蓋腔内に伝搬される程度が高くなり、コンプライアンスが大きいと BP 波が頭蓋内圧 (ICP) 波に反映されにくいので、ICP 波は BP 波の頭蓋内腔への伝搬であると考えることができる。頭蓋腔の圧伝達システムにシステム解析のアプローチを応用し、頭蓋腔をブラックボックス、BP 波形を発生源の信号(入力)、ICP 波形を受信地での信号(出力)、ICP 波形に変動を与えるような因子つまり血管壁や頭蓋腔の物理的特性の変化をノイズ源と考えることにより、コヒーレンス関数を求めた。コヒーレンス関数はもともと線形モデルの適合度を評価する尺度として使われる。つまり出力が入力にどのくらい影響を及ぼされるかを示す基本的な量である。BP 波と ICP 波の間のコヒーレンス関数による線形度の評価により、頭蓋内腔圧伝達特性を検討した。

[方法ならびに成績]

体重 4 kg 以上の雑種成猫16匹を用いた静水圧負荷による ICP 亢進実験が16例である。Ketamine hydrochloride 導入麻酔後気管内挿管し、Pancuronium bromide(ミオブロック)、無動化、人工呼吸にて PaCO₂ 30~35 mmHg、PaO₂ は100 mmHg 以上に維持した。BP は大腿動脈より腹部大動脈に挿入、ICP は硬膜下にカテーテルを挿入し、Camino Digital Pressure Monitor 420 に接続して測定した。

BP、ICP をともにクロック10 msec、トータルタイム約60秒でサンプリングした。スペクトルの推定は高速フーリエ変換 (FFT) によって行った。その際、全データを約10秒の部分列に分解してそれぞれの入力 BP のパワースペクトラム G_{xx}(w)、出力 ICP のパワースペクトラム G_{yy}(w)、入出力間のクロスパワースペクトラム G_{xy}(jw) を推定した後、各部分列を加算、平均化する処置を行って S/N 比を高め、ICP 10 mmHg、45 mmHg、70 mmHg におけるコヒーレンス関数を求めた。

$$\text{コヒーレンス関数} = |G_{xy}(jw)|^2 / G_{xx}(w) \cdot G_{yy}(w)$$

ただし G_{xx}(w) : BP の power spectrum の平均

G_{yy}(w) : ICP の power spectrum の平均

$|G_{xy}(j\omega)|$: BP と ICP の cross power spectrum の平均の絶対値である。

コヒーレンス関数は、呼吸由来 (R) と脈拍由来の基本波 (CF) および脈拍由来の第 2 調波 (CF) にピークがみられるのみであり、他の周波数においては 0 に近い値を示した。頭蓋腔の圧伝達システムが基本的には非線形なシステムであることを示した。

ICP の亢進に従い、呼吸由来 (R) と脈拍由来の基本波 (CF) および脈拍由来の第 2 調波 (CF) において BP 波から ICP 波への線形度が上昇した。線形度の上昇率は低周波領域で大きく、高周波領域では小さかった。脳血管が高周波を伝達しにくい特性を持っていることを示している。

脈拍由来の基本波成分のコヒーレンス関数値 (CF) と頭蓋内圧 (ICP) の相関、脈拍由来の第 2 調波成分のコヒーレンス関数値 (C2) と ICP の相関において、頭蓋内圧が 10 から 45 mmHg の傾き (ICP 1 mmHg 当り各々 0.003 と 0.003) に比べ、45 から 70 mmHg の直線の傾きの方が大きい勾配 (ICP 1 mmHg 当り各々 0.012 と 0.006) を示した。このことは、頭蓋内圧が 45 から 70 mmHg の間に、線形度の増加が大きくなる break point があることを示唆している。

[総括]

- 1) 頭蓋腔の圧伝達システムが基本的には非線形なシステムであることを示した。
- 2) 頭蓋腔の圧伝達システムの線形性に周波数による特性がある。頭蓋内圧の亢進に従い、頭蓋腔の圧伝達効率の増加が低周波領域で著明であることを示した。脳血管が高周波を伝達しにくい特性をもっていると考えられた。
- 3) コヒーレンス関数の脈拍基本波とその第 2 調波の値に、線形度が、高くなる break point があつた。
- 4) コヒーレンス関数は、頭蓋腔の圧環境における非線形の度合いを示す指標とすることにより、臨床用のモニターとして使用可能であることが示唆された。

論文審査の結果の要旨

頭蓋内圧は随液および血液循環、組織水循環などにより動的に調節されており、脳神経外科領域の多くの病態において変化する。その上昇は多くの場合、重篤な病態を示しており、病態把握の上で重要な意義を有する。頭蓋内圧測定は临床上重要であるにもかかわらず、頭蓋内腔における圧伝達特性など、まだ未解明の部分も多い。

本研究では、大型動物である猫を用いて呼吸および脈拍波を含む血圧波形と頭蓋内圧波形とのコヒーレンスをシステム解析のアプローチを適用して解析し、線形度の評価により頭蓋内腔における圧伝達特性を検討した。その結果、

- 1) 頭蓋腔の圧伝達システムが基本的には非線形のシステムであること、2) しかし、一部ではある種の周波数特性をもった線形性を有すること。すなわち、頭蓋内圧亢進時には低周波領域での圧伝達効率が著明に増加し、これは脳血管の圧伝達特性の関与が考えられること、3) このコヒーレンスは頭蓋内圧亢進時、急激に上昇し、線形度の急激な上昇を示すブレイクポイントがみられること、が示された。

本研究は、頭蓋内の圧伝達特性について新しい知見を提供し、頭蓋内圧測定法とその解釈に新しい領域を開くものと期待され、学位の授与に値すると考えられる。