HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	小児心臓手術における組織酸素飽和度変化に関与する生理学的指標の検討［全文の要約］
Author(s)	山本, 真崇
Description	この博士論文全文の閲覧方法については、以下のサイトをご参照ください。 配架番号：2633 他
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(医学)
Dissertation Number	甲第14509号
Issue Date	2021-03-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/81564
Type	doctoral thesis
File Information	Masataka_Yamamoto_summary.pdf

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

学　位　論　文

（　要　約　）

小児心臓手術における組織酸素飽和度変化に関与する生理学的指標の検討

(The relationships of tissue oxygen saturation with physiological parameters in pediatric cardiac surgery)

2021 年 3 月

北 海 道 大 学

山 本　真 崇

学　位　論　文

（　要　約　）

小児心臓手術における組織酸素飽和度変化に関与する生理学的指標の検討

(The relationships of tissue oxygen saturation with physiological parameters in pediatric cardiac surgery)

2021 年 3 月

北 海 道 大 学

山 本　真 崇

緒言

小児心臓手術後の主要臓器合併症は現在でも大きな問題となっている。合併症の発生は入院期間の延長、死亡率の増加、機能的予後の悪化など大きな影響を及ぼすため、その機序やリスク因子を解明し、発生をできる限り予防できるような麻酔管理が望まれている。

心臓手術はもともとの患者要因や術中の人工心肺の使用などから呼吸循環動態の大きな変動をともなうことが多い。その結果として組織への酸素供給が不十分となりうる。さまざまな要因によって生じた組織酸素不足が、心臓手術後の臓器障害の一因として考えられている。

そのような背景から近年、近赤外分光法を用いた組織酸素飽和度測定が心臓手術中に広く行われるようになってきた。小児においても術中モニターとしての有用性が期待されているが、その結果の解釈には依然として議論の余地がある。

組織酸素飽和度測定の有用性について議論がわかれる理由として、実際の手術中にどのような生理学的因子が測定値に影響を与えているか明確にされていないことが挙げられる。心臓手術後の臓器合併症を予防するためには、組織酸素飽和度変化に影響を与える因子を明らかにし、それらをいかにコントロールできるかが重要である。そこでわれわれは心臓手術を受ける小児で、手術時間全体を通して脳および体幹部酸素飽和度を測定し、同時に計測した生理学的指標がいかにそれらに影響を与えているのかを検討した。

第 1 章

小児心臓手術における脳および体幹部酸素飽和度変化とそれらに影響を与える生理学的指標の検討

【方法】

2016 年 1 月から 2017 年 12 月の間に、人工心肺を用いる心臓手術が行われる体重 10kg 未満の小児を対象とし、麻酔導入後より手術終了時まで脳および体幹部酸素飽和度を測定した。同時に測定した平均動脈圧 mBP、中心静脈圧 CVP、直腸温 Trectal に加え、動脈血液ガス分析を適宜行い動脈血酸素飽和度 SaO_2、二酸化炭素分圧 $PaCO_2$、pH、ヘマトクリット Hct を測定した。それぞれのデータは 1 分毎に記録した。脳および体幹部酸素飽和度を独立変数、mBP、CVP、

Trectal、SaO_2、$PaCO_2$、pH、Hct を従属変数として混合効果モデルによる分析を行った。解析は人工心肺前、人工心肺中、人工心肺後に分けて行った。さらに患者を単心室群と二心室群に分け、同様に解析を行った。

【結果】
41 人が対象となった。体重 2.2-2.9kg、日齢 0-880 だった。13 人が単心室疾患だった。人工心肺前 1325 時点、人工心肺中 5141 時点、人工心肺後 2087 時点のデータが解析対象となった。全手術時間を通して脳酸素飽和度は mBP に強い相関を認めた。単心室群、二心室群ともに同様の結果だった。体幹部酸素飽和度については mBP の相関は弱かった。体幹部酸素飽和度は人工心肺前、人工心肺中にさまざまな生理学的指標と相関を認めた。

【考察】
10kg 未満の小児では全手術時間で主に mBP が脳酸素飽和度に影響を与えていたが、体幹部酸素飽和度においてはその影響は小さかった。脳酸素飽和度が mBP に強く相関していることから、脳血流は動脈圧変化に依存している可能性が示唆され、本研究の対象となった 10kg 未満の小児では脳血流自動調節能が不十分である可能性が考えられる。体幹部酸素飽和度についてはさまざまな因子が関与しており、強い影響を与えている因子は明確ではなかった。心臓手術中でも腎血流の自動調節能は機能しているか、他の因子の影響が mBP の影響を上回っているのかもしれない。
本検討の問題として、組織酸素飽和度を規定する組織血流や組織酸素代謝を直接測定していない点が挙げられるが、これらを術中に測定することは困難である。その代わりに動脈圧や体温を用いて評価を行った。

【結論】
10kg 未満の小児においては全手術時間で mBP が主に脳酸素飽和度に影響を与えていた。一方体幹部酸素飽和度については mBP の影響は小さかった。脳酸素飽和度と mBP の関連は単心室群、二心室群いずれも同様であった。体幹部酸素飽和度は人工心肺前および人工心肺中はさまざまな因子と相関を認め、いずれが強く影響を与えているか

明確ではなかった。脳および体幹部酸素飽和度にそれぞれ影響する因子は異なる可能性がある。

第 2 章

小児心臓手術における脳酸素飽和度変化とそれに影響を与える生理学的指標の検討―年齢による検討

脳酸素飽和度を規定する因子の一つに脳血流がある。脳血流には自動調節能が備わっていることが知られているが、小児では年齢によっては不十分であるとも報告されており、第 1 章の結果もその可能性を示唆するものであった。年齢による脳血流自動調節能の差が脳酸素飽和度に影響を与える可能性を検討するため、対象患者を 15 歳以下の小児へと拡大し、年齢を分けての検討を追加した。

【方法】

2017 年 8 月から 2018 年 7 月の間に人工心肺を用いる心臓手術が行われる 15 歳以下の小児を対象とした。麻酔導入後より脳酸素飽和度および mBP、CVP、鼻咽頭温 Tnp、SaO_2、$PaCO_2$、pH、Hct を測定し、1 分毎に記録した。脳酸素飽和度を独立変数、mBP、CVP、Tnp、SaO_2、$PaCO_2$、pH、Hct を従属変数として混合効果モデルによる解析を行った。解析は人工心肺前、人工心肺中、人工心肺後に分けて行った。さらに患者を 0 歳および 1 歳以上の 2 群に分け、それぞれについて同様に解析した。

【結果】

49 人が対象となった。体重 2.5-22.5kg、年齢 0-7 歳だった。0 歳が 28 人、1 歳以上が 21 人だった。人工心肺前 3486 時点（0 歳群 1826 時点、1 歳以上群 1660 時点）、人工心肺中 6820 時点（0 歳群 3968 時点、1 歳以上群 2852 時点）、人工心肺後 3135 時点（0 歳群 1823 時点、1 歳以上群 1412 時点）のデータが解析対象となった。人工心肺中の脳酸素飽和度はいずれの群でも主に mBP と相関を認めた。人工心肺前の脳酸素飽和度は 0 歳群では主に mBP と相関を認めたが、1 歳以上群では SaO_2 に次ぐ結果となった。

【考察】

人工心肺中は年齢にかかわらず脳酸素飽和度と mBP に相関を認めた。小児において特に人工心肺中の脳血流は動脈圧変化に依存している可能性が示唆され、人工心肺中の脳血流自動調節能は十分に機能していない可能性が考えられる。人工心肺前の脳酸素飽和度は 0 歳で同様に mBP と強く相関しているが、1 歳以上ではその傾向は弱まっていた。0 歳では人工心肺前にも同様に自動調節能の不十分さを示唆する結果となっており、もともとの未熟性をみているのかもしれない。しかし 1 歳以上になるとその傾向は弱まり、自動調節能が機能しつつあることを示唆しているものと考えられる。

本検討の問題として、第 1 章同様直接脳血流や脳代謝を測定していない点やそれぞれの年齢群にはさまざまな疾患患者が混在していることが挙げられる。また暦年齢を採用しているが、低出生体重児が含まれる中、年齢による差異を論じるためには修正年齢を用いるほうが望ましく、さらなる検討を要すると考える。

【結論】

対象年齢を広げた検討でも脳酸素飽和度は人工心肺中 mBP の影響を強く受けていた。0 歳では人工心肺前は主に mBP の影響を受けているが、1 歳以上ではその傾向は弱まっていた。小児心臓手術中の脳血流自動調節能は年齢によって異なる可能性がある。

結語

本研究により小児心臓手術中の脳および体幹部酸素飽和度が、全手術時間を通じてどのように変化しているか、またそれぞれにどのような生理学的指標が影響を与えているかを明らかにすることができた。全手術時間を通して検討した点や年齢を分けて比較した点で新規性を有する。

組織酸素飽和度に影響を与える生理学的指標をコントロールするような麻酔管理が手術後の臓器障害を減少させる可能性が期待される。