

論文の内容の要旨

氏名：加藤 理 佐

専攻分野の名称：博士（医学）

論文題名：Three-Dimensional versus Two-Dimensional Evaluations of Cranial Asymmetry in Deformational Plagiocephaly Using a Three-Dimensional Scanner

(3D スキャナーを用いた変形性斜頭症の評価 3次元評価と Cranial Asymmetry を用いた 2次元評価の比較)

【背景と目的】

米国小児科学会は 1992 年、乳幼児突然死症候群の発症を減少させるため、仰向け寝運動を推奨した。その結果、その目的は達成し成功を収めたが、変形性斜頭症の乳幼児が急激に増加してしまうという別の問題を引き起こしてしまった¹⁴⁾。

そのため急速に頭蓋形状を評価する方法が必要となり、様々な評価方法が考えられた。

例えば、頭蓋の変形度合いや耳介の位置の違いを視覚的に捉えて評価する方法や、ノギスやメジャーを用いて頭蓋の単一平面上における対角線の長さの差を比較する 2次元評価法などが考案されている。しかし頭蓋変形を評価する標準的な方法は、世界的に未だ確立していない。

適切な時期に治療法を決定することは重症斜頭症の乳児にとって重要である。より効果的な治療介入を可能とするためには、単一平面上の評価(2次元評価法)と立体的な評価(3次元評価法)の違いを明らかにする必要がある。

また、最近では 3D スキャナーの進歩により、放射線被ばくを伴わずに様々な体外表面の 3D 評価が容易に、かつ安全に行えるようになった。しかし、今回使用する Artec Eva 3D スキャナーの測定精度は未だ解析されていない。

よって本研究では、まず Artec Eva 3D スキャナーの測定精度を評価すること、次に 3D スキャナーを用いた 2次元評価法と 3次元評価法の差異を検討することを目的とした。

【対象と方法】

研究 1: 日本人男性 1 人を無作為に選び、頭蓋形状を測定した。検査者内、検査者間での 3D スキャナーにより得られた値の変動係数(CV)を求めた。頭蓋前後径・横幅・頭囲を計測した。また、頭蓋の非対称性は 2次元評価法における Cranial Asymmetry(CA)・3次元評価法における前頭部左右対称比率(ASR)・後頭部左右対称比率(PSR)を計測した。CA は頭蓋の矢状線から 30°の対角線の差 (mm) で測定され、ASR、PSR は頭蓋体積を 4 分割した前頭部および後頭部の左右の体積比率で測定された。

研究 2: 2020 年 4 月から 2021 年 4 月までに 3 病院を受診した乳児 530 名に対し 3D スキャナーを用いて頭蓋形状を測定した。研究に参加する前に保護者に対しインフォームドコンセントを得た。研究のプロトコルは日本大学医学部附属板橋病院の臨床研究審査委員会で承認を得て実施した。頭蓋の非対称性は CA を用いた 2次元評価法、ASR、PSR を用いた 3次元評価法を用いて、それぞれの重症度による分類を行った。CA>12mm を重症斜頭症と定義し、ASR または PSR が 80.5%未満を重症斜頭症と定義した。それらの重症度の一致率を分析した。

【結果】

研究 1: 変動係数は、CA を除く全ての計測値において極めて低く、また CA も低値であった。(表 1)

研究 2: 2次元評価法を用いた重症度と 3次元評価法を用いた重症度の一致率は 83.4%だった。2次元評価法では 27.5%、3次元評価法では 18.5%が重症と判断された。(表 2)

【考察】

研究 1 の結果より、Artec Eva 3D スキャナーの測定精度は高いことが分かった。3D スキャナーは、放射線被ばくを伴わず、診察室にてデータを取得することが可能である。出生後早期の新生児、乳児に対し、わずかな侵襲で、かつ正確な評価を可能とする機器であると考えられる。

研究 2 の結果より、乳児 6 人中 5 人の割合で頭蓋変形の重症度が、2次元評価法と 3次元評価法で一致する結果となった。このことから、2次元評価法は 3次元評価法の代わりに一般的に使用することが可能であると考えられた。

【結論】

本研究で使用した Artec Eva 3D スキャナーは精度が高く、またこのスキャナーを使用した本研究において、乳児 6 人中 5 人の割合で頭蓋変形の重症度が、2 次元評価法と 3 次元評価法で一致する結果となった。2 次元評価法は 3 次元評価法の代わりに一般的に使用することができる。

【限界】

2 次元での評価法と 3 次元での評価法は、それぞれ違った側面を持つため、相関性を検討することは難しいと考える。よって今回は重症度の一致率を検討した。

また、今回の検討では 2 次元評価法の評価項目として CA を用いた。しかしこれは、児の個々の頭蓋の大きさを考慮できていない。今後は、2 次元評価法として、より立体的な頭蓋を評価できると考えられている Cranial Vault Asymmetry Index(=CA/短い方の対角線の長さ)、との検討も必要と考える。

【臨床への応用】

生後 1 か月から生後 6 か月までの頭蓋形状の変化としては、生後 3 か月頃に頭のゆがみのピークを向かえるが、生後 6 か月頃には、生後 1 か月頃と同程度まで改善することが明らかとなっている⁹⁾。このため、乳児期早期からの頭蓋変形予防策が必要であると考えている。

Artec Eva 3D スキャナーは、放射線被ばくを伴わず、かつ高い測定精度で頭蓋形状の評価を行うことが可能であることが明らかとなった。しかし、日本において 3D スキャナーはコストが高く、未だありふれた機器ではない。

2 次元評価法を一般的に使用することができるのであれば⁶⁾、ノギス等の計測器を用いることで医療機関を限定することなく、新生児・乳児への負担を減らしたまま、乳児期早期からの適切な診断、治療方針の決定ができる可能性がある。

今後は 3D スキャナーとノギス等で算出した各々の 2 次元評価法を比較し、精度を検討する必要があると考える。

(表 1)

	検査者内		検査者間	
	Mean ± SD n = 6	CV (%)	Mean ± SD n = 6	CV (%)
Cranial length, mm	202.3 ± 0.5	0.26	203.0 ± 0.8	0.39
Cranial width, mm	171.7 ± 0.2	0.13	171.8 ± 0.3	0.16
Head circumference, mm	582.9 ± 1.2	0.20	582.9 ± 0.7	0.12
CA, mm	10.0 ± 0.6	5.62	10.0 ± 0.5	5.33
ASR, %	98.7 ± 0.2	0.24	98.6 ± 0.2	0.15
PSR, %	83.4 ± 0.4	0.50	83.7 ± 0.3	0.38

(表 2)

	CA		
	軽症	重症	計
ASR and PSR ≥ 80.5%	軽症 364 (68.7%)	重症 68 (12.8%)	432 (81.5%)
ASR or PSR < 80.5%	重症 20 (3.8%)	78 (14.7%)	98 (18.5%)
	計 384 (72.5%)	146 (27.5%)	530

参考文献

- 1) Branch, L.G.; Kesty, K. Deformational plagiocephaly and craniosynostosis: trends in diagnosis and treatment after the “back to sleep” campaign. *J Craniofac Surg* **2015**, *26*, 147-50.
- 2) Argenta, L.C.; David, L.R. An Increase in Infant Cranial Deformity with Supine Sleeping Position. *J Craniofac Surg* **1996**, *7*, 5-11.
- 3) Kane, A.A.; Mitchell, L.E. Observations on a Recent Increase in Plagiocephaly Without Synostosis. *Pediatrics* **1996**, *97*, 877-885.

- 4) Rekate HL. Occipital plagiocephaly: a critical review of the literature. *J Neurosurg.* **1998** Jul;89(1):24-30.
- 5) Miyabayashi, H.; Nagano, N. Cranial Shape in Infants Aged One Month Can Predict the Severity of Deformational Plagiocephaly at the Age of Six Months. *J Clin Med* **2022**, 11, 7;1797.
- 6) Peitsch, W.K.; Keefer, C.H. Incidence of Cranial Asymmetry in Healthy Newborns. *Pediatrics* **2002**, 110, e72.