

令和 3 年 4 月 30 日現在

機関番号：12601

研究種目：若手研究

研究期間：2018～2020

課題番号：18K17411

研究課題名（和文）子どもの頭蓋骨の強度及び厚さの統計学的分析

研究課題名（英文）Statistical analysis of biomechanical properties and thickness of infant cranial bones

研究代表者

鳥光 優（TORIMITSU, Suguru）

東京大学・大学院医学系研究科（医学部）・助教

研究者番号：30725015

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 1,800,000円

研究成果の概要（和文）：子どもの頭蓋骨の厚さを死後CT画像を用いて計測した。また、3点曲げ試験を行い、頭蓋骨の強度を求めた。頭蓋骨の強度と年齢との間には正の相関関係を認めた。厚さに関しては、頭頂部は厚く、左右側頭部は薄い傾向にあることがわかった。しかし、試料の数が予想より収集できておらず、統計学的解析まで至っていないのが現状である。性差に関しては、サンプルサイズが小さく、現在のところ傾向についてわかっていない。今後更に試料の数を増やし、十分な数が集まった後に解析を行い、学会発表や論文執筆をしていく予定である。

研究成果の学術的意義や社会的意義

サンプルサイズが小さく、十分な研究成果は得られていないものの、収集済みのデータからはある程度傾向が確認されており、データさえ集まれば意味のある結果は出るものと思われる。したがって学術的意義はあるものと考えられる。また、その結果は最終的に、死亡事例の鑑定及び生体鑑定において、子どもの頭部外傷を正確に評価するための補助的ツールとなる可能性が考えられる。その鑑定結果が裁判の判決を左右することも考えられ、社会的意義のあるものとなると思料される。

研究成果の概要（英文）：Our study investigated the mechanical properties and thickness of infant cranial bones. The mechanical properties was measured by performing three-point bending tests. The thickness was measured using postmortem CT images. Positive correlations were found between the mechanical properties and age. As for the thickness, it was found that the parietal region tended to be thicker, while the right and left temporal regions tended to be thinner. However, the number of samples is not as large as expected, and statistical analysis has not yet been performed. As for sex differences, the sample size is small, and the trend is unknown at present. We are planning to increase the number of samples, and after a sufficient number of samples have been collected, statistical analysis will be performed.

研究分野：法医学

キーワード：強度 厚さ 頭蓋骨 子ども

### 1. 研究開始当初の背景

先進諸国同様、日本における1歳以上19歳以下の子どもの死亡原因は不慮の事故(Unintentional Injury)が最も多い。また、0歳児の子どもにおいても不慮の事故は死亡原因第4位である。よって子どもの事故を予防することが現代社会において非常に重要であることは明白であり、そのためには日常生活で生じる事故データや子どもの行動データを収集することが当然必要であるが、子どもの体の強度及び構造を正確に評価することも、対策法を生み出すために不可欠であると考えられる。

特に頭部外傷は頭蓋骨骨折や頭蓋内出血、脳挫傷等の原因となり得るので重要である。頭蓋内出血や脳挫傷は死に直結することもあるが、たとえ救命できたとしても出血や浮腫による脳の圧迫(二次性脳損傷)により不可逆的な後遺症(多くは高次脳機能障害)をもたらすことが多く、予後が悪い。よって頭部(主に頭蓋骨)の強度及び構造のデータを収集することが求められる。また近年、他意による子どもの頭部外傷も問題視されている。法医学では死亡事例の鑑定及び生体鑑定において、子どもの頭部外傷を正確に評価し、どのような外力がどのように加わった可能性があるかを判断することが求められる。その鑑定結果が裁判の判決を左右することもある。そのためにも、子どもの頭蓋骨の強度及び構造はどのようになっているのかを明らかにすることは法医学領域において非常に重要である。また、子どもの骨には生理的成長があるため、年齢と共に性状が変化していくはずである。例えば、1歳、2歳あるいは3歳の子どもでは頭蓋骨の強度も厚さも異なることが容易に予想される。よって、子どもの頭蓋骨の強度や厚さの生理的成長はどのようなものか明らかにする必要がある。さらに、骨の形成には成長ホルモンやエストロゲンの影響があるため、成人の骨の性状には基本的に性差があるものとされているが、子どもの骨の強度や厚さの性差に関して調査した報告はほとんどなく、どの程度性差があるかを本研究にて明らかにする必要がある。

### 2. 研究の目的

本研究の目的は、事故による子どもの頭部外傷を予防するため、また法医学鑑定において子どもの頭部外傷を正確に評価できるようにするために、子どもの頭蓋骨の強度及び厚さを部位毎に評価し、比較することで、骨折しやすい部位があるかを明らかにすること、年齢との相関関係を調査し、頭蓋骨の生理的成長について明らかにすること、男女別に分けて調査し、子どもの頭蓋骨の性差について明らかにすることである。

### 3. 研究の方法

試料採取方法については、まず骨膜剥離子を用いて、頭蓋冠外板に付着する骨膜と頭蓋冠内板に付着する硬膜を丁寧に剥離する。成人のもの比べて骨が脆い可能性があるため、注意して剥離する。

試料は頭蓋冠1個につき5個採取する(図1)。前頭骨からは1ヶ所、眉間とプレグマの中心を中心とし、左右50mm、前後10mmの試料を採取する(F)。頭頂骨からは3ヶ所、プレグマと矢状縫合左側に接する形で、前後50mm、左右10mmの試料を採取し(P)、左右の上側頭縁及び冠状縫合に接する形で、それぞれ前後50mm、左右10mmの試料で採取する(L及びR)。後頭骨からは1ヶ所、ラムダと外後頭隆起の中心を中心とし、左右50mm、前後10mmの試料を採取する(O)。試料の採取は電動解剖鋸を用いる。定義に従い正確に採取するため、電動解剖鋸の刃は事例毎に新品に交換する。また、感染防御策として使い捨てのフェイスシールド、手術用ガウン、N95マスク、手術用手袋及び軍手を使用する。

採取した試料に対して、コンピューター断層撮影法(CT)による画像検査を行う。撮影機器として千葉大学大学院医学研究院法医学教室が所有する、64列検出器を持つ多列検出器型CT(日立製作所社製、Supria)を用いる。管電圧120kV、管電流250mA、スキャン時間0.75秒、ピッチファクタ0.83を基本的撮影条件とし、コリメーションは全て0.625mmで撮影し、画像再構成時のスライス厚、再構成間隔、及びFOVはそれぞれ0.625mm、0.5mm、300mmを採用する。画像解析専用ソフトとしてワークステーション

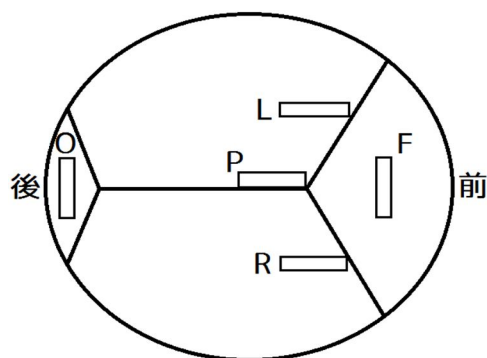


図1. 小児の頭蓋骨の試料採取部位

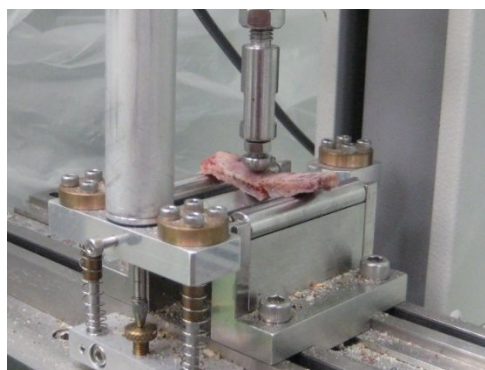


図2. 3点曲げ試験

(Fujifilm 社、VINCENT)等を用い、CT 画像上の試料の中心部の厚さを 0.1mm 単位で計測する。この計測に関しては検査者内信頼性及び検査者間信頼性についても検討する。続いて JISC 製デジタル力計 (HF-100) を取り付けた JISC 製 3 点曲げ装置 (JSV-H1000) を用いて 3 点曲げ試験を行う (図 3)。変位と荷重はそれぞれ 0.01mm 単位及び 0.1N 単位で、接続したパソコンのエクセルファイルに自動的に記録されるように設定しておく。得られたデータを用いて各強度 (曲げ強度、弾性率、降伏応力、破壊応力等) を求める。この過程においては共同研究の提携を契約している産業技術総合研究所人間情報研究部門にも協力していただく予定であり、正確な強度が求められるはずである。計測した厚さや求めた強度に対して統計学的分析を行う。まず各部位間で比較し、骨折しやすい部位を確認する。次に年齢との相関関係があるか確認する。なお、子どもの骨の成長は著しいことが予想されるため、子どもの年齢は何歳何ヶ月と月単位まで検討する。また、これらの分析を男女別に分けた場合でも行い、分析結果に性差があるか確認する。

#### 4. 研究成果

頭蓋骨の強度と年齢との間には、1 歳までで正比例に近い関係を認めている。1 歳を超えても、強度と年齢との間には正の相関関係を認めている。厚さに関しては、頭頂部は厚く、左右側頭部は薄い傾向にあることがわかった。しかし、試料の数が予想より収集できておらず、統計学的解析まで至っていないのが現状である。性差に関しても、サンプルサイズが小さく、現在のところ傾向についてわかっていない。今後更に試料の数を増やし、十分な数が集まった後に解析を行い、学会発表や論文執筆をしていく予定である。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計0件

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------