

425 応力凍結法による骨盤骨切り術後の異なる立位時における検討

Examination on Past Treatment of Pelvic Osteotomy under the Different Load Condition
by the Stress Freezing Method

○学 前崎 信孝 (芝浦工業大学・院) 正 江角 務 (芝浦工業大学)
蜂谷 将史 (横浜南共済病院)

Nobutaka MAEZAKI, Shibaura Institute of Technology, 3-9-14, Shibaura, Minato-ku, Tokyo

Tsutomu EZUMI, Shibaura Institute of Technology

Masashi HACHIYA, Yokohama Minami Kyoussai Hospital

Key Words : Biomechanics, Experimental Stress Analysis, Pelvic Osteotomy, Transplant Bone

1. 緒 言

先天性股関節脱臼症(Congenital Dislocation of the Hip Joint(CDH))は、大腿骨頭部が寛骨臼蓋から脱臼して常に不安定となる股関節疾患である。図1(a)にこれに罹患した股関節を示す。はじめに先天性股関節脱臼症の発見により、矯正や整復を目的とした治療が開始される。しかし、脱臼の遺残が認められる場合は、先天性股関節脱臼症の後遺症である先天性股脱遺残性亜脱臼症と診断する⁽¹⁾⁻⁽⁴⁾。

その後、手術について検討を行うが、骨盤骨切り術の一手法である Salter 法が、術式の選択肢の一つに挙げられる。この Salter 法は、脱臼した股関節を矯正することで安定させる目的がある。その手技は、寛骨を上下に骨切り後、移植骨を挿入して固定する特徴を持つ術法である⁽³⁾。図1(b)に Salter 法を示す。

本研究では、骨盤骨切り術 Salter 法の術直後において、片足立位時を想定し実験を行った。股関節疾患の治療について、特に大腿骨は、日常生活への復帰と関連して、その応力状態や手術の影響を把握することは、関節疾患の治療とその力学的観点から大変重要である。そこで、異なる立位状態における大腿骨の応力状態の相違や、その傾向について調べた。解析方法は、術直後の股関節の試験片モデルを作製し、光弾性実験三次元応力凍結法を用いて解析した。

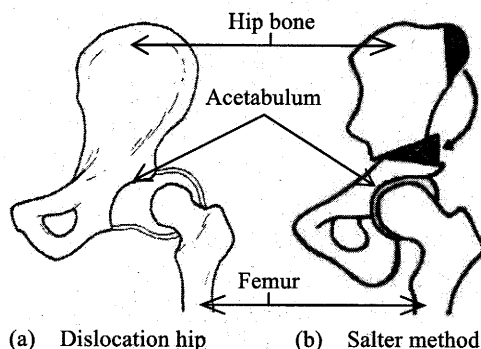


Fig.1 Hip joint

2. 試験片モデルおよび実験方法

本研究では、光弾性実験三次元応力凍結を用いた実験解析を行った。実験材に生体骨格モデルを用い、股関節周辺の骨格に関する試験片モデルを作製した。鋳型より、供試材にエポキシ樹脂(ARALDITE BCT200+HARDENER HT901)を重量比 100 : 30 で混合を選択し、股関節を構成する寛骨、仙骨および大腿骨の試験片モデルを作製した。図2に試験片モデルを示す。ここで、先天性股関節脱臼症は左側股関節に好発する報告がある⁽¹⁾⁻⁽⁴⁾。このため、本研究では手術に関する再

現を左側寛骨につき行った。図2の(a)に術直後の左側寛骨試験片モデルを示し、(b)に移植骨近傍部を示す。

作製した各試験片のうち、左右寛骨試験片モデルと仙骨試験片モデルを組合せて、骨盤試験片モデルとする。また、仙骨と寛骨の間にある仙腸靱帯や、両恥骨部にある恥骨結合靱帯を、シリコンゴムを用いて再現した。ならびに関節軟骨の再現には、陶芸用粘土(Sculpey III・米国ポリフォーム社)を用いて再現した。実験に際し、骨盤試験片モデルと大腿骨試験片モデルを組立て股関節を再現する。また、中殿筋により体重の約3倍の負荷がかかることが報告されている。なお、応力凍結の際には、予備実験を踏まえて凍結荷重として 24.5N を負荷した⁽⁵⁾。応力凍結終了後、X-Y 軸にて厚さ 5.5mm に、約 10 枚程度のスライスを行った。図3に片足立位時の荷重装置を示し、図4にスライス方向を示す。

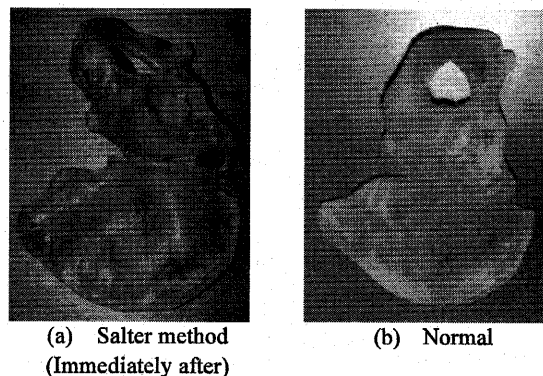


Fig.2 Model specimen (Hip bone)

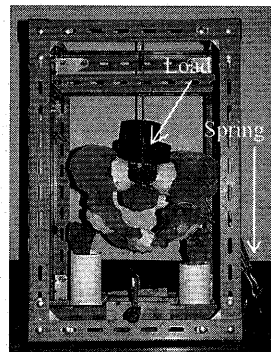


Fig.3 Load device

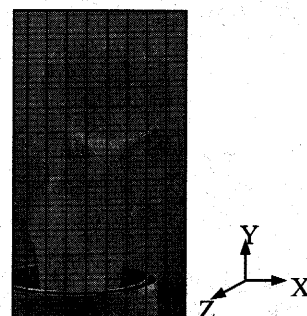


Fig.4 Model slice direction

日本機械学会[No.050-5]関東支部第1回埼玉ブロック大会(講演会)講演論文集('05.11.25, さいたま市)

3. 実験結果および考察

図5に光弾性実験三次元応力凍結法により得られた, Salter法直後と片足立位時と両足立位時における大腿骨の等色線しま写真と応力分布図の一例を示す。

等色線しま写真と応力分布図の解析結果より, 片足立位時と両足立位時における大腿骨ではいずれも頸部や転子部に応力が集中することがわかった。

片足立位時では(a)の Slice No.6 より, 高い応力状態を呈することが確認された。これは, 体重の他に中殿筋の引張り負荷が加わったこととも考えられる。一方, 両足立位時では(b)の Slice No.4 より, 片足立位時と同様に頸部において応力が発生した。しかし, その応力は低いことが確認された。

共通する応力状態として, 片足立位時と両足立位時に大腿骨骨頭部では, 顕著な応力は確認されなかった。これは, 骨頭部と接触する寛骨臼蓋との接触状態が, 力学的に良好であったものと考えられる。したがって, Salter法による術直後の股関節の応力分布状態は, 力学的に良好なものと推測された。

図6(a)に片足立位時を, (b)に両足立位時の大腿骨に関する実験結果をグラフと示す。(a)より片足立位時では, Slice No.6 を頂点とするグラフを得た。Slice No.6 に最も負荷がかかっていたことが伺える。大腿骨骨腔部を有するスライス片については, 比較的高い応力であったものといえる。反面, 大腿骨外周部に相当するスライス片については, 比較的低い圧縮応力が発生することがわかった。

一方, (b)より両足立位時では, Slice No.3 を頂点とするグラフを得た。しかし, Slice No.3 と Slice No.7 の圧縮応力の差は, 約 5kPa と低いことや, 加工誤差などを考慮すると約 62kPa 程度の, 均一で安定した応力状態であるものと考えられる。よって, 両足立位時では, 大腿骨の横断面方向について, ほぼ等分布に荷重がかかるものと推察された。

また, 立位条件の相違により, 大腿骨頸や転子部の応力状態に影響することがわかった。

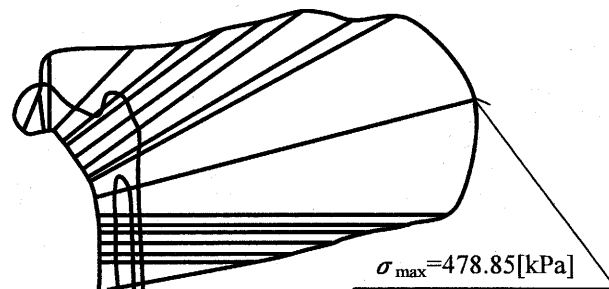
4. 結 言

本研究では, 先天性股脱遺残性亜脱臼症に対する治療手術である骨盤骨切り術 Salter法を取り上げた。寛骨について行う手術について, 手術後の片足立位時と両足立位時の異なる立位時において, 大腿骨の応力状態や影響について調べた。解析方法は, 術直後における股関節の試験片モデルを作製し, 光弾性実験三次元応力凍結法を用いて解析した。

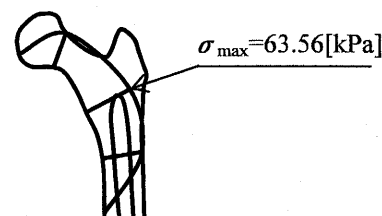
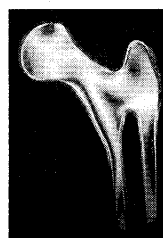
- (1) 異なる立位時で, 大腿骨では頸部や転子部にて応力状態が変化することがわかった。
- (2) Salter法術直後の大腿骨骨頭部の応力状態は, 片足立位時と両足立位時とも力学的に良好なものと推測される。

参考文献

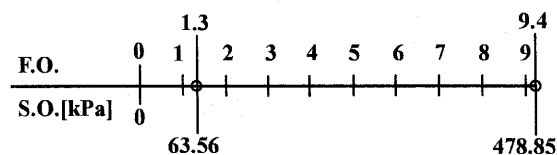
- (1) 寺山和雄監修, 標準整形外科第7版, 医学書院, (1998), pp.23-113.
- (2) Salter, R.B., Innominate osteotomy in the treatment of congenital dislocation and subluxation of the hip in the older children, J Bone Joint Surg 43-B, (1961), pp.518-539.
- (3) PAUL A. PEMBERTON, Pericapsular Osteotomy of the Ilium for Treatment of Congenital Subluxation and Dislocation of the Hip, THE JOURNAL OF BONE AND JOINT SURGERY VOL.47-A, NO.1, (1965), pp.65-86.
- (4) 伊藤鉄夫, 股関節整形外科学, 金芳堂, (1976), pp.111-145.
- (5) 蜂谷将史・藤井英世・山田勝久, 先天性股脱遺残性亜脱臼に対する Salter法・Pemberton法, 関節外科 18-2, (1999), pp.109-115.
- (6) 前崎信孝・江角務・蜂谷将史, 応力凍結法による股関節症治療の術後経過に関する実験的検討, 日本機械学会論文集 A 編, 71-703(2005), pp.500-506.



(a) Slice No.4 on Both legs



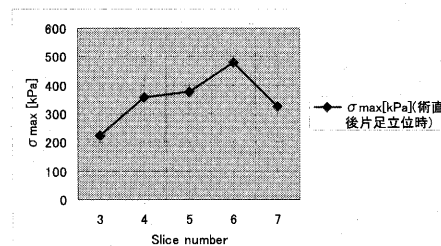
(b) Slice No.6 on One legs



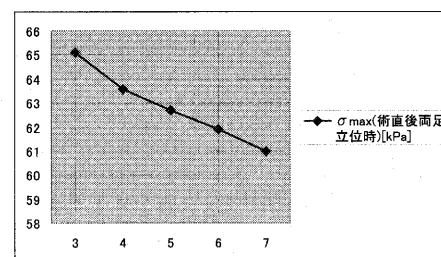
(a) Slice No.4

(b) Slice No.6

Fig.5 Isochromatic fringe pattern and Stress distribution chart



(a) Both legs



(b) One legs

Fig.6 Graph of how to stand