

E. 結論

前方除圧固定術は限局的な骨化に対しては、有効であるが術中出血を減らすことが今後の課題である。後方除圧固定術は広範囲病巣に対応可能である。症状の回復が術後3ヵ月以降も継続し、長期的観察が必要である。後方除圧のみでは経時的に症状が悪化するので、骨化が完全に連続していない場合は固定術を行う必要が有る。

F. 健康危険情報

総括研究報告書にまとめて記載

G. 研究発表

1. 論文発表

なし

2. 学会発表

なし

H. 知的財産権の出願・登録状況

(予定を含む)

1. 特許取得

なし

2. 実用新案登録

なし

3. その他

なし

胸椎後縦靭帯骨化症の手術戦略に関する研究

研究分担者 土屋 弘行 金沢大学整形外科教授

研究要旨 当科では胸椎後縦靭帯骨化症に対して、嘴状の骨化形態により脊髄圧迫部位が限局している場合は、後方進入前方除圧術を積極的に実施している。現在まで 6 例に本術式を施行した。骨化を完全に切除したのが 3 例、骨化の浮上にとどめたのが 3 例であった。全例、脊髄症状の改善は良好であり、JOA スコアの平均改善率は 55%であった。

A. 研究目的

当科における胸椎後縦靭帯骨化症（胸椎 OPLL）に対する後方進入前方除圧術の成績を呈示し、その適応について提言する。

B. 研究方法

当科では胸椎 OPLL に対して、嘴状の骨化形態により脊髄圧迫部位が限局している場合は、後方進入前方除圧術（Kato, et al. J Neurosurg Spine 2012）を積極的に実施している。脊髄圧迫部位が限局していない場合は、後方除圧固定術の適応としている。

C. 研究結果

2010 年 4 月より前述した治療戦略に従って胸椎 OPLL の 12 例に手術を施行した。後方進入前方除圧術を施行したのは 6 例であり、他の 6 例には後方除圧固定術を施行した。前方除圧術を施行した 6 例において、除圧部の骨化が全切除できたのは 3 例であり、残りの 3 例では骨化の浮上にとどめた。骨化切除の 3 例中 1 例に術後の一過性麻痺増悪を認めしたが、平均改善率は 52.8%と良好であった。骨化浮上の 3 例では術後の麻痺悪化は認めず、平均改善率は 57.5%であ

った。浮上骨化は経時的に腹側に移動して、さらなる除圧が達成されていた。

D. 考察

本術式は、①後方法のメリットを損なわず、②OPLL と硬膜前外側を直視しながら、③脊髄に対して安全に前方除圧を行うことができ、④後弯矯正も容易である。後方除圧では一般的に成績が不良とされる嘴状の OPLL に対して、特に安全かつ確実に前方除圧が可能な術式である。

E. 結論

当科の後方進入前方除圧術は、嘴状の OPLL で脊髄圧迫部位が限局している場合は良い適応があり、積極的に行ってよい。

F. 健康危険情報

総括研究報告書にまとめて記載。

G. 研究発表

1. 学会発表

第 22 回日本脊椎インストゥルメンテーション学会

胸椎 OPLL に対する後方進入前方除圧術の新しい工夫 加藤仁志、村上英樹、他。

胸椎靭帯骨化症に対する手術成績（中長期成績）
に関する研究

研究分担者： 竹内一裕 国立病院機構岡山医療センター整形外科医長
中原進之介 国立病院機構岡山医療センター整形外科部長

研究要旨 胸椎部での脊柱靭帯骨化症（後縦靭帯骨化症および黄色靭帯骨化症）の手術成績を中長期に調査し、術後経過に影響する因子について検討を加えた。
胸椎 OLF では、術中の除圧操作および術後経過中の骨化伸展に、胸椎 OPLL では、骨化伸展と経年的なアライメントの変化（後弯進行）に注意すべきである。

A. 研究目的

胸椎脊柱靭帯骨化症の手術成績を中長期に調査し、術後経過に影響する因子について検討を加えた。

B. 研究方法

胸椎靭帯骨化症に対し手術施行し、5年以上経過観察し得た71例（平均経過観察期間8.5年；黄色靭帯骨化症(OLF 単独) 37例、後縦靭帯骨化症(OPLL) 34例、両者合併29例）である。全例椎弓切除に、OPLL 切除7例、後方固定(PLF)9例を同時に施行した。

臨床評価は、上肢を除いたJOA scoreと改善率を調査した。画像評価は、脊柱アライメント(全脊柱および局所)の変化とCTによる骨化伸展の評価を行った。

C. 研究結果

(1) OLF 単独群 (37例)：後弯進行は、全胸椎(T4-12) 9例、局所7例に認めた。OLF 進行は、除圧部を含む21例にあった。また、経過中にOPLLの出現を6例に認めた。

(2) OPLL 群(34例)：後弯進行は全胸椎17、局所11例で、骨化伸展はOLF 18、OPLL 16例にあった。PLF 固定内でも骨化増大ある。

(3) 頚椎・腰椎の追加手術は12例で、術後1～5年まで8例あった。胸椎再手術は5例

で、1年未満の早期2例は除圧の追加を、10年以上経過3例は、固定術を要した。

D. 考察

初回手術より比較的早期に、胸椎除圧追加や頚椎・腰椎への追加手術が行われていることは、責任病巣診断の困難さを示す。

OLF および OPLL は合併多く、胸椎靭帯骨化術後成績の検討では不分離である。中長期成績には、骨化伸展が影響する。特にOLF では、除圧部位も含め骨化伸展が多く認められた。OPLL では、経年的な後弯進行および不安定性があり、予防的な後方固定の必要性を支持する結果であった。

E. 結論

胸椎靭帯骨化症では、早期術後成績には、責任病巣の診断の困難さが影響している。

また中長期成績への悪化要因として、胸椎OLFの骨化伸展、胸椎OPLLの骨化伸展に加え、経年的な後弯進行が考えられた。

G. 研究発表

① 第42回日本脊椎脊髄病学会、沖縄
2013年4月25～27日

② Euro Spine 2013, Liverpool, UK
2013年10月2～4日

European Spine Journal Vol.22, 5S, 2013

頸髄症（含む頸椎後縦靱帯骨化症）に対する上肢近位筋の術中モニタリング

研究分担者 市村正一 杏林大学整形外科教授

共同研究者 高橋雅人、長谷川 淳、佐野秀仁、長谷川雅一

研究要旨 頸椎後縦靱帯骨化症の術中モニタリングとして Br-MsEP 単独法の有効性と問題点を調査した。頸髄症 44 例のうち OPLL は 8 例であった。術後上肢一過性単麻痺を 5 例に認めた。術直後の麻痺は Br-MsEP で検出可能であるが、一定期間後の麻痺は検出不可能であった。OPLL 手術の Br-MsEP による単独モニタリングは、感度、特異度が低く、本法単独によるモニタリングは不十分であった。

A. 研究目的

脊椎・脊髄手術中の脊髄モニタリングは、現在必要不可欠な手法となっている。有効な術中脊髄モニタリングは、multimodality monitoring が必要であることは言うまでもないが、当院では頭蓋刺激-複合筋誘発電位以下、Br-MsEP のみでモニタリングを行っている。そこで、Br-MsEP のみによる術中脊髄モニタリングの有効性と問題点を調査する。

B. 研究方法

対象症例は 44 例（男性 32 例、女性 12 例）、平均年齢は 61.6 才であった。疾患は頸髄症 9 例、頸椎後縦靱帯骨化症（OPLL）8 例、脊髄腫瘍 13 例、頸椎椎間板ヘルニア 5 例、頸椎症性筋萎縮症 3 例、その他 6 例であった。術中脊髄モニタリングとして Br-MsEP を測定し、麻酔、刺激・記録条件は日本脊椎脊髄病学会の推奨する条件で行った。導出筋は 236 筋で、三角筋 70 筋、小指外転筋 80 筋、短母趾外転筋 70 筋、その他 16 筋であった。

調査項目は、筋導出率、モニタリング下手術での術後運動麻痺発生率、術後運動麻痺発生症例の臨床所見、術中 Br-MsEP の感度、特異度である。

（倫理面での配慮）

被験者の同意に基づいて検査を思考した。

C. 研究結果

筋導出率は、92.8%であった。手術後の運動麻痺発生は 5 例に認めた。全例、一過性不全麻痺で上

肢単麻痺であった。発症は術直後発症が 2 例で、2 例とも脊髄腫瘍例であった。術後一定期間後の発症は 3 例で、頸椎 OPLL 2 例、頸髄症 1 例であった。

Br-MsEP による術中モニタリングの感度は 80.0%、特異度は 79.5% であった。疾患別の感度、特異度は、脊髄腫瘍と頸髄症では感度、特異度ともに 80% 以上であったが、OPLL では感度、特異度ともに 50% 以下で低い傾向にあった。

D. 考察

OPLL 症例における術中脊髄モニタリングについて、川端らは頸椎姿勢などの術中操作以外でも神経障害が起こるリスクがあると報告している。自験例での OPLL 症例における Br-MsEP 単独モニタリングは、低い感度と特異度であることから不十分であると考えられた。低い感度の要因として術後一定期間後の麻痺発症例の存在であり、Br-MsEP 単独モニターの限界で multi-modality monitoring が解決策として挙げられる。低い特異度は頸椎姿勢など手術以外の要因を追求することで改善する可能性がある。

E. 結論

Br-MsEP による脊髄モニタリング下に脊椎手術 44 例に施行した。術直後の麻痺は Br-MsEP で検出可能であるが、一定期間後の麻痺は検出不可能であった。OPLL 手術に Br-MsEP 単独モニタリングは、感

度、特異度が低い傾向であった。

F. 健康危険情報

特になし

G. 研究発表

1. 論文発表

- 1) 里見和彦, 佐野秀仁, 高橋雅人, 長谷川雅一, 市村正一: 頚椎症性脊髄症診療ガイドライン. 理学療法ジャーナル 43(6): 543-548, 2009.
- 2) 里見和彦: 整形外科における神経学的診察の重要性. *Modern Physician* 30(2): 293-294, 2010.
- 3) 里見和彦: 頚部脊髄症の病巣高位診断-神経学的所見と脊髄誘発電位所見から. *J. Spine Res.* 1(1): 52-59, 2010.
- 4) 高橋雅人, 里見和彦, 長谷川雅一, 佐野秀仁, 市村正一: 椎弓スパーサーを用いた頚椎片開き式脊柱管拡大術の術後頚肩腕痛およびADL障害. *東日本整災会誌* 21:155-165, 2009.
- 5) 高橋雅人, 里見和彦, 太田道紀, 長谷川雅一, 宝亀 登, 佐野秀仁, 滝 徳宗, 市村正一: 頚髄症に対する上肢近位筋の術中モニタリング. *脊髄機能診断学* 31: 94-99, 2009. 高橋雅人, 里見和彦, 滝 徳宗, 長谷川雅一, 宝亀 登, 市村正一: 頚椎症性筋萎縮症の臨床的検討. *東日本整災会誌* 22(2): 168-174, 2010.
- 6) 高橋雅人, 里見和彦, 太田道紀, 長谷川雅一, 宝亀 登, 佐野秀仁, 滝 徳宗, 市村正一: 頚髄症に対する上肢近位筋の術中モニタリング. *脊髄機能診断* 31: 94-99, 2010.

2. 学会発表

- 1) 高橋雅人, 里見和彦, 長谷川雅一, 佐野秀仁, 市村正一: 頚髄症における障害高位診断-理学所見と術中電気生理学的高位診断の一致性-. 第38回日本脊椎脊髄病学会, 神戸, 平成21年4月23-25日.
- 2) 五十嵐一峰, 渋谷賢¹, 佐野秀仁, 高橋雅人, 里見和彦, 大木紫¹ (¹杏林大・医・統合生理学): リーチング運動を用いた頚髄症患者の

運動機能回復の評価. 第38回日本脊椎脊髄病学会, 神戸, 平成21年4月23-25日.

- 3) 高橋雅人, 長谷川雅一, 滝 徳宗, 佐野秀仁, 太田道紀, 市村正一, 里見和彦: 頚髄症における障害高位診断. 第38回日本脊椎脊髄病学会, 神戸, 平成21年4月23-25日.
- 4) 五十嵐一峰, 渋谷 賢, 佐野秀仁, 高橋雅人, 里見和彦, 大木 紫: リーチング運動を用いた頚髄症患者の運動機能回復の評価. 第38回日本脊椎脊髄病学会, 神戸, 平成21年4月23-25日.
- 5) Satomi K, Sano, Takahashi M, Hasegawa M, Ichimura S,: Over 10 years follow-up studies on operative outcomes of open-door expansive laminoplasty. *Spine Across the Sea 2009*, Maui, USA, July 26-30, 2009.
- 6) Takahashi M, Hasegawa M, Ichimura S, Sano H, Hasegawa A, Satomi K,: Risk factors of C5 palsy after cervical decompression surgery. *Spine Across the Sea 2009*, Maui, USA, July 26-30, 2009.
- 7) Takahashi M, Hasegawa M, Ichimura S, Ohta m, Sano H, Taki N, Hasegawa A, Satomi K. Level diagnosis for cervical spondylotic myelopathy: The consistency between neurological signs and intraoperative electrophysiological findings. *Spine Across the Sea 2009*, Maui, USA, July 26-30, 2009.
- 8) Sano H, Ohki Y, Igarashi K, Takahashi M, Satomi K: Function analysis of spinal interneuronal systems reveals use-dependent differences relating to noemal human arm movement. *Spine Across the Sea 2009*, Maui, USA, July 26-30, 2009.
- 9) 高橋雅人, 大捻英昭, 市村正一, 長谷川雅一, 佐野秀仁, 里見和彦: 頚椎症性筋萎縮症の臨床的検討. 第58回東日本整形災害外科学会, 小樽, 平成21年9月11-12日.
- 10) 五十嵐一峰, 渋谷 賢, 佐野秀仁, 高橋雅

人、市村正一、里見和彦、大木 紫：リーチング運動を用いた頸髄症患者の術後運動機能回復の評価。厚生労働科学研究費補助金—難治性疾患克服研究事業「脊柱靱帯骨化症に関する調査研究」平成 21 年度班会議、新宿、平成 21 年 11 月 7 日。

- 11) 高橋雅人、里見和彦、長谷川雅一、宝亀登、佐野秀仁、滝 徳宗、市村正一：頸椎後方手術に対する上肢近位筋の術中モニタリング。第 39 回に本臨床神経生理学学会、北九州、平成 21 年 11 月 18~20 日
- 12) 佐野秀仁、大木 紫、高橋雅人、里見和彦：ヒトの上肢運動に関連した脊髄介在ニューロンの解析。第 39 回に本臨床神経生理学学会、北九州、平成 21 年 11 月 18~20 日
- 13) 高橋雅人、里見和彦、長谷川雅一、宝亀登、佐野秀仁、滝徳宗、市村正一：術中脊髄モニタリング(Br-MsEP)の有効性の検討。第 32 回脊髄機能診断研究会、東京、平成 22 年 2 月 6 日。
- 14) Takahashi M, Satomi K, Ichimura S: Dynamic radiographical risk factors for the treatment of cervical spondylotic amyotrophy. Takahashi M., Satomi K., Hasegawa M., Ichimura S. The 29th annual meeting of European section cervical spine research society, Bordeaux, France, May 30-31, 2013
- 15) 5. 高橋雅人、里見和彦、長谷川雅一、佐野秀仁、長谷川 淳、大柁英昭、竹内拓海、佐藤俊輔、市村正一：頭蓋刺激—複合筋活動電位による術中脊髄モニタリングの疾患別有効性。第 42 回日本脊椎脊髄病学会、沖縄県宜野湾市、平成 25 年 4 月 25-7 日
- 16) 高橋雅人、里見和彦、長谷川雅一、長谷川淳、大柁英昭、佐藤俊輔、竹内拓海、市村正一：頸椎後縦靱帯骨化症の障害高位と術後成績—第三の診断法を用いた障害高位診断—。第 42 回日本脊椎脊髄病学会、沖縄県宜野湾市、平成 25 年 4 月 25-7 日
- 17) 高橋雅人、里見和彦、長谷川 淳、佐野秀

仁、大柁英昭、竹内拓海、佐藤俊輔、長谷川雅一、市村正一：頸椎後縦靱帯骨化症の障害高位と術後成績—第三の診断法を用いた障害高位診断—。第 53 回関東整形災害外科学会、宇都宮、平成 25 年 3 月 28 日

- 18) M. Takahashi, K. Satomi, M. Hasegawa, S. Ichimura: Radiographical dynamic risk factors for the treatment of cervical spondylotic amyotrophy. Third Annual meeting of Cervical Spine Research Society Asia Pacific Section. Fukuoka, Japan. April 21-22, 2012.
- 19) Takahashi M, Satomi K, Taki N, Hasegawa M, Hoki N, Ichimura S: Efficacy and pitfalls of intra-operative spinal cord monitoring with Br-MsEP. EuroSpine 2010. Vienna, Austria. Sep. 15-17, 2010.
- 20) 高橋雅人、里見和彦、滝 徳宗、長谷川雅一、宝亀 登、市村正一：頭蓋刺激—複合筋活動電位における術中脊髄モニタリングの疾患別有効性。第 25 回日本整形外科学会基礎学術集会、京都、平成 22 年 10 月 14-15 日。
- 21) Takahashi M, Satomi K, Taki N, Hasegawa M, Hoki N, Ichimura S: Efficacy and pitfalls of intra-operative spinal cord monitoring with Br-MsEP. Cervical Spine Research Society 38th Annual Meeting 2010. Charlotte, North Carolina. Dec. 2 - 4, 2010.

H. 知的財産権の出願・登録状況

(予定を含む。)

1. 特許取得
なし
2. 実用新案登録
なし
3. その他
なし

胸椎後縦靱帯骨化症に対する前方除圧固定術の治療成績に関する研究

研究分担者 進藤 重雄 九段坂病院整形外科部長

研究要旨 後縦靱帯骨化は脊髄を前方から圧迫することや、一般に胸椎部は後弯であることから、胸椎後縦靱帯骨化症の観血的治療は前方除圧が合理的であり、当科では胸骨縦割アプローチまたは経胸膜進入による前方進入前方除圧術を第1選択としている。胸椎後縦靱帯骨化症は多椎間に病変を認めたり、黄色靱帯骨化を合併したり複雑な病態を呈することもあるが、ほとんどにおいて主病変は数椎間にとどまるため、前方除圧固定術単独で対応可能である。前方進入前方除圧術はアプローチ、手術椎間数など一部に制約があるものの手術効果の点で有効な術式である。

A. 研究目的

胸椎後縦靱帯骨化症（以下、胸椎 OPLL）はひとたび発症すると保存療法はほとんど無効であり、進行性で重度の脊髄麻痺をきたすことから、手術治療が必要になる。後縦靱帯骨化は脊髄を前方から圧迫すること、一般に胸椎部は後弯であることから後方除圧術では除圧効果が不確実であることは周知のことであり、現在では椎弓切除単独がなされることは頸胸移行部以外ではない。しかしながら OPLL が複数高位に発生し、広い範囲にわたって脊髄を障害しさらに黄色靱帯骨化を合併し脊髄を前後から挟撃するなど病態においても複雑であり診断、責任高位、手術術式の選択に難渋する。それゆえ様々な手術術式が報告されており、治療体系が未だに確立されていない。

当科では胸椎 OPLL の観血的治療は前方除圧が必要であり、アプローチにおいて前方進入が合理的であると考え、前方進入前方除圧術を第1選択としている。胸椎 OPLL の前方進入前方除圧術の手術術式およびその手術治療成績や合併症について説明する。

B. 研究方法

今回検討を行ったのは 1990 年以降に当院で胸椎前方除圧術を行った胸椎 OPLL 症例で、頸椎 OPLL や胸椎黄色靱帯骨化が主病変の症例は除外した。Epiconus syndrome による下肢筋力低下に対して手術施行した症例も、痙性麻痺とは病態が異なるため除外した。

症例数は 28 例で、男性 11 例、女性 17 例と女性が多い。手術時年齢は 28 才～75 才、平均年齢 48.3 才であり、術後経過観察期間 6 ヶ月～17 年、平均 6 年 6 ヶ月であった。

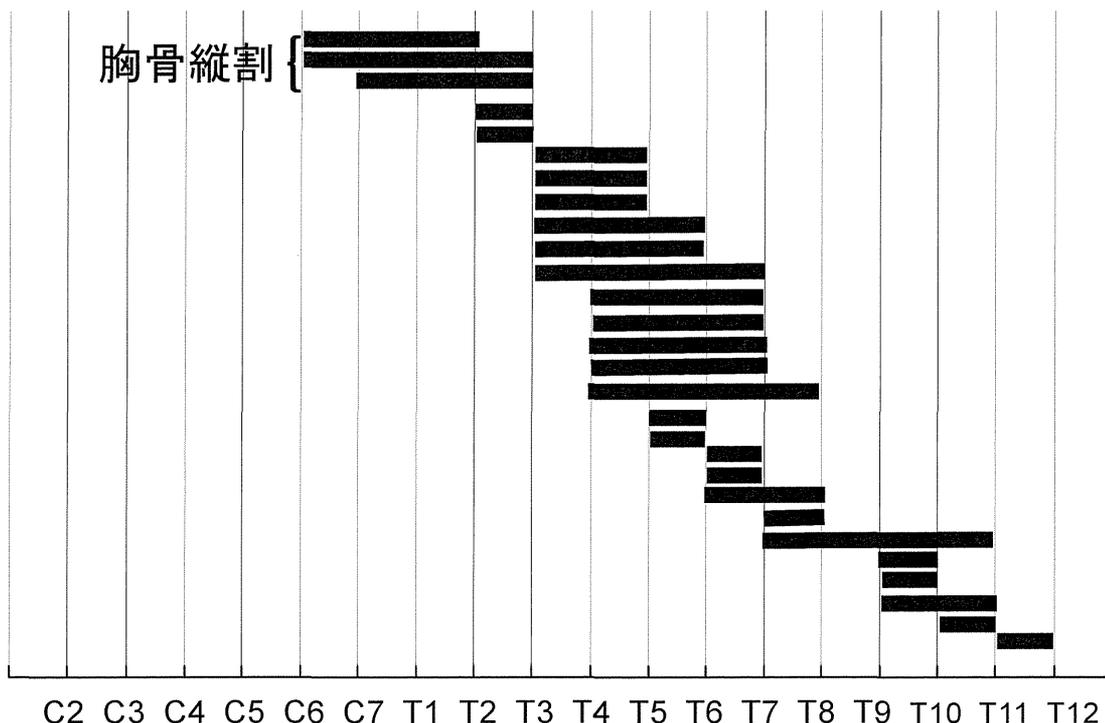
（倫理面での配慮）

本研究は手術前の病態および手術後の経過を後ろ向きに検討したものであり、倫理面での問題はないと考えられる。また、収集した個人情報に関しては遺漏のなきよう管理し、研究に使用した。

C. 研究結果

1. アプローチ、手術高位、椎間数（図 1）

図 1 手術高位と手術椎間数



進入方法は経胸膜的前方除圧術が25例で、3例は胸骨縦割アプローチの前方除圧術であった。除圧範囲は胸骨縦割アプローチでは3椎間2例、4椎間1例であった。経胸膜的外アプローチでは1椎間1例、2椎間5例、3椎間6例、4椎間3例であった。後療法は過去には4から6週間安静臥床としていたが、早期離床を目的に最近の症例は前方 instrument による内固定を行い、数日程度で離床している。侵襲高位は胸椎全体に分布しているが、OPLL が上位から中位胸椎に存在する症例が多い。

2. 手術時間、出血量(表1)

胸骨縦割アプローチでは手術時間は平均5時間42分で、出血量は平均1990gであった。経胸膜外アプローチでの手術時間は1椎間で5時間程度であり、2椎間では6時間ほどである。3椎間以上では手術時間で6時間から14時間、出血量も1100gから

12650gまで非常にばらつきがある。これは除圧操作時の硬膜静脈叢からの出血が手術出血量の大部分を占めており、静脈叢が易出血性かどうかで出血量が決まるためと考えられる。また手術時間においても骨化巣が連続型岩盤状の硬く厚い骨化であった場合、菲薄化の手間と、骨化の横切手技の難易度が高く、しかも出血しやすいため、長時間手術となる。そのため多椎間症例では手術時間が長くなる傾向があるが、必ずしも椎間数とは比例しない結果となった。

表1 手術時間と出血量

経胸膜のアプローチ

手術椎間数	手術時間	出血量
1 椎間 (1 1 例)	平均 5:07 (3:25-6:02)	平均 1600ml (550-2750)
2 椎間 (5 例)	平均 6:04 (4:27-7:30)	平均 2250ml (500-4965)
3 椎間 (6 例)	平均 9:45 (6:43-14:35)	平均 5280ml (1110-12625)
4 椎間 (3 例)	平均 7:50 (7:18-8:51)	平均 1660ml (1000-2370)

3. 成績

成績は日整会頸髄症治療成績判定基準(以下、JOA スコア)から上肢項目を除外した 1 1 点満点で判定した。

2 8 症例における JOA score は術前平均 3.8 点が術後平均 8.2 点に改善し、改善率は平均 62.5%であった。手術による悪化例はなく、改善率は十分満足できるものであった。

3 例で経過中脊髄症状の悪化を呈した。1 例は頸椎 OPLL の合併があり経過中に転倒し、頸髄損傷を生じていた。またもう一例は他院で後方手術を受け脊髄損傷となった症例で立位も不能であったが前方除圧術後に杖歩行可能となった。しかし最終的には脊髄空洞症を合併し再び立位不能となっていた。3 例目は頸椎 OPLL の合併がありこれにより頸髄症を呈し頸椎後方手術を施行した。

4. 合併症

合併症は、胸骨縦割アプローチで 1 例に頸部髄液嚢腫、3 例に反回神経麻痺による嚥下障害、嘔声などを認めたが、3 例とも 1 ヶ月程度で自然治癒した。開胸の場合、髄液の胸腔内貯留は硬膜損傷を生じるとほぼ必発であり、高頻度で生じていた。胸腔内髄液貯留はほぼ自然治癒したが、2 例に腰

部くも膜下ドレナージを施行し、早期に胸腔内髄液貯留は消失し有効であった。7 5 才の症例では心不全、肺水腫を生じ、気管切開などの処置を必要とした。上位胸椎症例の 4 例で、交感神経幹障害による侵襲側半身の発汗障害を認め、2 例で改善がなかった。

D. 考察

一般に胸椎は後弯であるため脊髄圧迫は頸椎 OPLL の場合とは様相が異なる。骨化の増大により脊髄を前方から圧迫する点に置いては同じであるが、後方の椎弓との間で挟撃されなくても脊髄障害が発生する。また胸椎の可動性は少なく頸椎と異なり動的因子の関与は少ないと考えられる。故に後方除圧単独では除圧効果が不確実であり、前方進入前方除圧術や後方進入前方除圧術(大塚法)などの、直接前方の圧迫因子を除去する術式や、胸椎後弯を減じるように矯正固定を行い、間接的に脊髄への圧迫力を減じる後方除圧固定術など様々な術式が行われている。

前方進入前方除圧術は直視下に除圧操作が行え、直接的に完全な除圧が可能であり、脊髄を生理的な位置に還元できる点で最も合理的な手術である。

しかしながら胸骨縦割アプローチは頸椎

前方アプローチの延長であるが脊椎外科医にとっても胸骨の縦割手技や縦隔の解剖には不慣れであり、難易度が高くなる。経胸膜外アプローチは胸椎前方法を必要とする疾患が稀であることからアプローチそのものに精通した脊椎外科医が少ないこと、展開後の視野が骨化巣に対し斜め前方からになり、オリエンテーションが付けづらくなること、反対側の術野が得難いことといった問題点もある。また本術式の欠点として、他に、長時間手術であること、出血量も多く手術侵襲が大きいことがあるが、この点では他の術式においても手術時間、出血量の点では同様であり、大差はないと思われる。また頸椎から T3 を越えて尾側への除圧と、胸腔側から T1/2 より頭側の除圧はアプローチの制約から不可能であり、5 椎間を越える除圧は骨移植、固定強度の点で前方固定単独では困難である。頸椎から中位胸椎まで連続する OPLL の場合や、OPLL や黄色靭帯骨化症 (OYL) を複合し、胸椎の広範囲において脊髄圧迫を呈する症例では適応に限界がある。しかしながら、広範囲に骨化巣が存在しても、主病変の高位は数椎間にとどまることがほとんどであり、2, 3 椎間の前方除圧術で対応可能なことが多い。OPLL と OYL を同時に呈する複合障害例も前方と後方を同時に、または二期的に行うなどすれば適応可能である。

E. 結論

胸椎後縦靭帯骨化症に対する前方進入前方除圧術は、術後画像で良好な除圧が得られ、手術成績も良好である。アプローチ、手術椎間数など一部に制約があるものの、手術効果の点で有効な術式である。

F. 健康危険情報 総括研究報告書にまとめて記載

G. 研究発表

1. 論文発表

胸腰椎移行部骨粗鬆症性椎体骨折に対する前方手術 草野和生、大谷和之 進藤重雄 水野広一 北原建彰 相馬真 中井修 Monthly Book Orthopaedics Vol.26 38-44 2013

2. 学会発表

頸椎前除圧術の長期成績 進藤重雄 水野広一 北原建彰 大谷和之 相馬真 草野和生 中井修 大川淳 第 42 回脊椎脊髄病学会 2013/04/25

C-OPLL に対する広範囲前方骨化浮上術(4 椎間以上)の長期成績-3 椎間以下との比較- 坂井頭一郎 進藤重雄 水野広一 大谷和之 中井修 山浦伊弉吉 大川淳 第42回脊椎脊髄病学会 2013/04/25

頸椎前方除圧固定術後(2 椎間以上)の上気道狭窄の検討 相馬真 進藤重雄 水野広一 北原建彰 大谷和之 草野和生 中井修 大川淳 第 42 回脊椎脊髄病学会 2013/04/25

胸腰椎移行部骨粗鬆症性椎体骨折に対する前方手術、後方手術、前後方同時手術の比較-局所後弯角の変化と臨床成績- 草野和生 進藤重雄 水野広一 北原建彰 大谷和之 相馬真 中井修 大川淳 第 42 回脊椎脊髄病学会 2013/04/25

H. 知的財産権の出願・登録状況

1. 特許取得

本研究においてなし

2. 実用新案登録

本研究においてなし

3. その他

本研究においてなし

IX. 外科的治療-その他

椎弓根スクリュー挿入用カスタムガイドの胸椎 OPLL 手術症例への応用

研究分担者 藤林 俊介 京都大学整形外科講師

研究要旨 胸椎 OPLL に対する胸椎除圧固定術では、椎弓根スクリュー（以下 PS）を安全に挿入することが、手術の成否を左右する重要な因子の一つである。近年、三次元造形技術により作成した PS 挿入用カスタムガイドの有効性の報告が散見される。本研究では、画像解析及び FEM 解析の結果をもとに独自のデザインのカスタムガイドを開発し、OPLL 手術症例 4 例で臨床評価を行った。その結果、ガイドを使用して挿入した胸椎 PS46 本すべてが正確に椎弓根内に挿入されており、本法の有効性、安全性が確認された。

A. 研究目的

胸椎 OPLL に対する胸椎除圧固定術は近年その有効性が評価され、胸椎 OPLL に対する手術法として一般的化しつつある。胸椎除圧固定術では、除圧はもちろんであるが、椎弓根スクリュー（以下 PS）を安全に挿入することが、手術の成否を左右する重要な因子の一つであり手術成績や周術期の合併症回避に直結する。近年大きく進歩した術中ナビゲーション技術などを正しく使用することで PS 挿入の正確性の大きな向上が期待できるが、手技が煩雑であり設定に時間を要す点、不適切な手技により正確性が損なわれる可能性がある点などの問題がある。近年、三次元造形技術により作成した三次元実体骨模型の術前計画や手術における有効性が報告されている。本研究では、この技術をさらに発展させ、患者個々の椎弓の形状に適合する PS 挿入用のカスタムガイドの開発を行い、胸椎 OPLL 患者における手術の際に使用してその有効性を評価した。

B. 研究方法

まず、CT 画像から骨情報を抽出する操作

である二値化の再現性を評価し、ガイドの接地部位の検討を行った。胸椎 OPLL 患者、変性側弯症患者、特発性側弯症患者の CT 画像について、三次元画像ソフト（VGstudioMAX2.0）上で CT に基づいた閾値を変化させ、閾値を変化させても骨形状変化の少ない部位を二値化の再現性良好部位と考へて、ガイドの設置部位候補とした。次に、得られたガイド接地部位候補を有する仮のガイドを設計し、骨形状データ上で有限要素法（FEM）にてガイドの安定性評価を行った。ガイドの安定性への寄与が大きいと考えられる設置部位を選択し、ガイドの最終的なデザインを決定した。

ガイドの設計手順は次のようになっている。

1. 患者の CT 画像上で、PS 挿入方向を設定する。
2. CT 画像の二値化を行い、骨形状を抽出する。
3. 得られた骨形状及び PS 挿入方向の三次元形状データを、三次元モデリングソフト（Freeform）へ書き出す。

4. 各椎弓の後面に適合し PS 挿入方向を指し示す筒を有するカスタムガイドを最終デザインに基づいて設計する。

術中の操作性、安全性を考慮し、カスタムガイドは選択的レーザー溶融法によるチタン製とした。実体骨模型は石膏製とした。骨模型上でのシミュレーションで、カスタムガイドの操作性及び適合性についての最終確認を行った後、OPLL 患者 4 例について臨床評価を行った。各症例でカスタムガイドを使用して PS 挿入を行い、術後 CT 像により正確性を評価した。

(倫理面での配慮)

安全性及びプライバシーに十分に配慮した臨床試験プロトコルを作成、京都大学医学部医の倫理委員会の承認を得て臨床試験を行った。

C. 研究結果

実際の手術における軟部組織の介在や設置の容易さという観点からは、ガイドと骨表面の接触面積は少ない方がよいが、その場合ガイドの安定性や適合性が低下する。また、骨粗鬆症例などでは、CT 画像の画質の問題から骨形状データ抽出の困難な例が存在し、接地面として利用できる部位に制限があった。CT 画像の二値化評価では、横突起や副突起、棘突起尾側端などは症例にかかわらず閾値による形状変化が大きく、ガイドの接地部から除外した。次に FEM 評価の結果を参考に、手術の際の軟部組織介在の影響を少なくし、操作性を向上させるという観点から、ガイドの骨接地面積を可及的に減らしつつ、安定性や適合性は維持

されるような形状設計を行った。最終デザインとして、直径 6mm の円形の接地部を左右椎弓に各 3 ヶ所、棘突起に 1 ヶ所設定することで、操作性と安定性を両立しうることが明らかになった。

臨床評価は、ガイドの使用について同意の得られた 4 例の OPLL 患者を対象とした。患者は全例女性、平均年齢は 55 才(36-77)であった。固定範囲はそれぞれ C6-T12、C7-T11、C7-T6、T2-5 であり、手術時間、出血量は平均 387 分、414g であった。ガイドを使用して挿入した胸椎 PS 数は合計 46 本であった。ガイドの安定性についての術中評価では、軟部組織切除が不十分な際にガイドの安定性が低下するケースがあったが、術中に判別可能であり、軟部組織切除を追加することで安定性が改善した。刺入部の皮質骨の硬化を認める症例では、刺入部の開口が困難なケースがあり、専用のオールを作成した。安全性担保の意味もあり、従来法(術中透視または CT ベースのナビゲーション)にて挿入孔の確認をおこなった後 PS を挿入した。従来法による確認で、椎弓根からの逸脱など挿入孔に問題ありと判断されたケースは無く、ガイドで作成したすべての PS 孔にスクリューを挿入した。術後の CT 評価では、46 本の PS すべてが椎弓根内に正確に挿入されており、逸脱例はなかった。

D. 考察

胸椎 PS 挿入では、術中ナビゲーションなどにより正確性の向上が期待できる一方で、手技の煩雑さなどの問題がある。本研究で開発したカスタムガイドは、設置は容易であり、手技上の煩雑さもほとんどなく、そ

れでいて非常に正確であった。術者にとっては PS 挿入のストレスが軽減されることで除圧操作に専念出来るという意味でも、手術の安全性向上に寄与する可能性があると考えられた。

ガイドの設計には、1 椎体 2PS あたり約 30 分程度を要し例えば 8 椎体 16 本の PS 挿入例では設計に 4 時間程度が必要となる。さらに、造形には 2 日程度必要であり、手間と時間がかかる点が今後の課題である。

一方で、術者自身がカスタムガイドの設計を行っているためガイドの設計自体が、手術のシミュレーションとなることで PS 挿入の正確性向上に寄与した可能性もあり、設計者と術者が異なる場合などにも応用可能かどうかなども今後検討していきたいと考えている。

E. 結論

患者個々の椎弓の形状に適合する胸椎 PS 挿入用のカスタムガイドについて、その形状の最適化と臨床評価を行った。臨床評価では、PS46 本での逸脱例なしという大変正確なものであった。

F. 健康危険情報

総括研究報告書にまとめて記載。

G. 研究発表

1. 論文発表

なし

2. 学会発表

① 竹本充、藤林俊介、根尾昌志、中村孝志、他 “椎弓根スクリー挿入用テーラーメイドテンプレートの思春期特発性側彎症手術症例への応用” 第 41 回日本脊椎病学会、久留米、2012. 4. 19-21.

② 竹本充、藤林俊介、根尾昌志、中村孝志、他 “選択的レーザー溶融法によるチタン金属デバイスの開発と臨床応用” 日本バイオマテリアル学会シンポジウム 2012、仙台、2012. 11. 26-27.

③ 竹本充、藤林俊介、根尾昌志、他 “椎弓根スクリー挿入用 Patient specific template の形状最適化と臨床評価” 第 86 回日本整形外科学会総会 2013、広島、2013. 05. 23-26.

H. 知的財産権の出願・登録状況

(予定を含む。)

1. 特許取得

①特願 2010-276579 “椎弓根プローブの刺入を支援するガイド” 中村孝志、竹本充、藤林俊介他

2. 実用新案登録

なし

3. その他

なし

厚生労働科学研究費補助金（難治性疾患等克服研究事業（難治性疾患克服研究事業））
分担研究報告書

地域住民のびまん性特発性骨増殖症及び前縦靱帯骨化の実態：The ROAD Study に関する研究

研究分担者 吉田 宗人 和歌山県立医科大学整形外科教授

研究要旨 2005-2006年に和歌山県の2地域で検診に参加した1690人の内読影が可能であった1647人(男性573人、女性1074人、平均年齢65.3歳)を対象としDISHの有病率及び全脊柱におけるOALL骨化分布形態を明らかにした。DISHの有病率は高齢者及び男性に多く、またOALLは下位胸椎に始まり徐々に上下に伸展する事が明らかになった。

A. 研究目的

本研究の目的は一般住民におけるびまん性特発性骨増殖症(以下DISH)の有病率とその病態の主病変たる前縦靱帯骨化(以下OALL)の年代別の全脊柱における分布を明らかにする事である。

B. 研究方法

2005-2006年度に和歌山県の山村・漁村地域で実施したResearch on Osteoarthritis Against Disability(ROAD)Studyに参加した一般住民1690人にレントゲン全脊柱側面像を撮影し、読影が困難であった43名を除き1647人(男性573人、女性1074人、平均年齢65.3歳)を対象としレントゲン解析を行った。Resnickの診断基準を用いて年齢別、男女別のDISHの有病率を明らかにするとともに、各椎間の前縦靱帯骨化の有無をMata分類で評価し、各年代におけるOALLの分布を明らかにした。

(倫理面での配慮)

コホートの設立、追跡については、東京大学および和歌山県立医科大学倫理委員会にて承認されている

C. 研究結果

DISHの有病率は男性21.7%、女性4.6%であり年代別有病率(男:女)は50歳未満(1.8%:0.7%)、50歳代(11.7%:1.5%)、60歳代(14.8%:3.1%)、70歳代(32.6%:7.3%)、80歳以上(35.9%:11.8%)であり加齢と共に増加し男性に有意に有病率が高かった($p<0.0001$)。

OALLは下位胸椎(Th8/9, 9/10, 10/11)を中発生し、加齢と共に上下椎間にも分布する様になる事が明らかになった。

D. 考察

今回、一般住民コホートを用いて初めて日本人のDISHの有病率を明らかにした。現在に至るまで人種差がDISHの有病率に影響すると報告されていたが、本研究の有病率は同じ黄色人種で有りながらKimらの韓国人の有病率より明らかに高いことから人種差より遺伝的要因や地域差が強く関係しているのでは無いかと考えられた。

また、OALLは胸椎後彎の中心である下位胸椎(Th8/9-Th10/11)を中心に発生し、加齢と共に上下椎間に拡大していました。この事より胸椎後彎に伴う機械的ストレスが骨化に影響を及ぼす可能性が考えられた。

E. 結論

全脊柱レントゲンを用いて DISH の有病率及びその主病変たる前縦靭帯の全脊柱における年代別の骨化分布を明らかにすることができた。

F. 健康危険情報

総括研究報告書にまとめて記載

G. 研究発表

1. 論文発表

英語論文投稿中

2. 学会発表

第 86 回日本整形外科学会学術総会

第 42 回脊髄病学会学術集会

第 120 回中部日本整形外科災害外科学会・学術集会

H. 知的財産権の出願・登録状況

特記事項なし

厚生労働科学研究費補助金（難治性疾患等克服研究事業（難治性疾患克服研究事業））
分担研究報告書

初診時に圧迫骨折と診断され遅発性神経麻痺を来した脊椎損傷の検討

研究分担者 持田讓治 東海大学整形外科学教授

研究要旨 軽微な外傷により圧迫骨折と診断され遅発性神経麻痺を来した脊椎損傷例を検討した。対象の6症例中5例に広範な脊椎の靭帯骨化による強直性脊椎障害を伴い、高齢者の転倒程度の軽微な外傷で椎体骨折を生じていた。全例圧迫骨折の診断で仰臥位での保存加療中に骨折部の不安定性を増大させ遅発性に神経麻痺を呈していた。強直性脊椎における椎体骨折で黄色靭帯骨化を合併した症例では、保存加療中に麻痺を呈する可能性があることから観血的治療が肝要である。

A. 研究目的

軽微な外傷により圧迫骨折と診断され遅発性神経麻痺を来した脊椎損傷例を検討した。

B. 研究方法

圧迫骨折の診断で保存加療中に遅発性に神経麻痺を来し、東海大学医学部付属病院で観血的治療をおこなった症例を **retrospective** に検討した。

（倫理面での配慮）

研究対象者に対してのインフォームド・コンセント、患者の権利、守秘義務、プライバシーの保護に十分に留意した。

C. 研究結果

対象症例は6例（男性3例、女性3例）で平均年齢73.5歳（62～82歳）、平均観察期間は22ヶ月（10～36ヶ月）であった。6例中5例に前縦靭帯含め広範な強直性脊椎障害を伴いそのうち4例は黄色靭帯骨化に伴う硬膜嚢圧排を呈していた。骨折型はAO分類のB3 typeの伸展伸延型損傷を多く認めた。手術は全例で上下2椎体以上での胸腰椎後方固定術を行った。術後は全例で骨癒合し、Frankel分類において段階回復がみられた症例は6例中4例に認めた。麻痺の改善のみられなかった2例はFrankel Aの完全麻痺であった。

D. 考察

今回遅発性に神経麻痺を呈した症例は強直性脊椎障害に伴う伸展伸延型の椎体骨折が多かった。強直性脊椎障害に伴う椎体骨折は高齢者に多く、単なる圧迫骨折として保存治療（仰臥位）されることがあり、経過中に骨折部の不安定性の増大から遅発性に神経麻痺を呈することがある。そのため初診時に強直性脊椎障害を伴う椎体骨折患者では、黄色靭帯骨化や圧迫骨折ではみられない椎弓や棘突起の骨折、後方軟部組織損傷などの慎重な骨折評価が重要であり、このような症例で仰臥位での安静加療を行うと遅発性に神経麻痺を生じる可能性が示唆された。

E. 結論

強直性脊椎障害における椎体骨折では高齢者の軽微な外傷で生じやすく、一般的な安静臥床（仰臥位）では経過中に骨折部の不安定性を増大させ遅発性神経麻痺を呈する可能性がある。またこのような骨折で黄色靭帯骨化を合併している症例では、麻痺を呈す可能性が高いことから観血的治療が肝要であると考えられた。

F. 健康危険情報 特になし

第 48 回日本脊髄障害医学会

G. 研究発表

1.論文発表 なし

2.学会発表

「圧迫骨折と診断され遅発性神経麻痺を来した
高齢者不安定性脊椎損傷の検討」

H. 知的財産権の出願・登録状況（予定を含む。）

1. 特許取得 なし

2. 実用新案登録 なし

3.その他 なし

厚生労働科学研究費補助金（難治性疾患等克服研究事業（難治性疾患克服研究事業））
分担研究報告書

Hybrid Assistive Limb の有用性に関する研究

研究分担者 富永博之、鹿児島大学大学院医歯学総合研究科 整形外科学
前田真吾、鹿児島大学大学院医歯学総合研究科

【寄附講座】医療関節材料開発講座 准教授

小宮節郎、鹿児島大学大学院医歯学総合研究科 整形外科学 教授

研究要旨 胸椎 OPLL の手術成績はインストルメンテーション併用の手術で改善率が上昇してきているものの、依然として術後脊髄症状悪化例も認める難治性疾患である。術後運動完全麻痺をきたした症例に対して、装着者の意思によって駆動することができる新しいロボットスーツ HAL (Hybrid Assistive Limb) を使用して自立歩行が可能となり HAL の有用性が示唆された。

- A. 研究目的
胸椎 OPLL 術後麻痺症例に対して HAL の有用性を検討すること。
HAL を用いたりハビリは有用である。
- B. 研究方法
術後 7 週経過しても臥床状態であった胸椎 OPLL 術後患者に対して HAL を用いたりハビリテーションを 2 ヶ月施行し、筋力、歩行状態、ADL 評価を行った。
- C. 研究結果
胸椎 OPLL 後完全運動麻痺の状態から HAL を用いたりハビリを行い術後歩行が可能となった。
- D. 考察
術後回復段階であったとしても HAL 使用後運動機能が著しく改善されていることから HAL を用いたりハビリは有効であると考えられた。また臥床状態の患者が HAL を用いて歩行訓練が可能となる為関節拘縮や筋力低下などの廃用症候群を予防する目的でも重要である。
- E. 結論
胸椎 OPLL 術後の麻痺状態に対して
- F. 健康危険情報
総括研究報告書にまとめて記載
- G. 研究発表
1. 論文発表
A Newly Developed Robot Suit Hybrid Assistive Limb Facilitated Walking Rehabilitation after Spinal Surgery for Thoracic Ossification of the Posterior Longitudinal Ligament: A Case Report
Case Reports in Orthopedics Volume 2013
2. 学会発表
第40回日本生体電気物理刺激研究会
- H. 知的財産権の出願・登録状況
(予定を含む)
1. 特許取得
なし
2. 実用新案登録
なし
3. その他
なし

X. 進行性骨化性線維異形成症 (FOP)