

第 4 回 ハイブリッド手術室脊椎手術研究会

プログラム抄録集

会期：2023 年 10 月 14 日（土）

会場：湘南藤沢徳洲会病院 3 階 講堂と WEB のハイブリッド開催

当番世話人：高橋 淳

（信州大学医学部運動機能学教室（整形外科）教授）

ご挨拶

ハイブリッド手術室脊椎手術研究会は、ハイブリッド手術室での脊椎手術の経験に関して施設を超えて情報交換する場を提供し、脊椎疾患の新しい治療技術や治療戦略開発のプラットフォームになることを目的とし2018年に誕生いたしました。（発起人：湘南藤沢徳洲会病院 江原 宗平病院長）

2018年10月に開催された第1回研究会では、全国より100名の規模の参加者があり、有意義な意見交換が行われました。また、第2回研究会を、2021年9月25日にWeb開催の形式で行い、全国から集まった12演題の発表と活発な討論が行われました。さらに、第3回研究会を、2022年12月3日に湘南藤沢徳洲会病院会議室とWebのハイブリッド開催の形式で行い、全国から集まった8演題の発表と活発な討論が行われました。

本研究会を継続することは社会的貢献性の高い学会活動と考え、2023年10月14日（土）に湘南藤沢徳洲会病院会議室とWebにて「第4回ハイブリッド手術室脊椎手術研究会」を開催することとなりました。ハイブリッド手術室での脊椎手術に興味をお持ちの、整形外科医、脳神経外科医、放射線技師、手術室看護師の皆様の参加をお待ちしています。

第4回ハイブリッド手術室脊椎手術研究会

当番世話人：高橋 淳

（信州大学医学部運動機能学教室（整形外科）教授）

交通案内図



所在地 〒251-0041 神奈川県藤沢市辻堂神台 1-5-1

交通案内 JR 東海道本線 辻堂駅より徒歩 7～8 分

会場 湘南藤沢徳洲会病院 3 階 講堂と WEB

参加者へのご案内

■ 現地参加の方

参加受付

- ・ 13：30 より受付を 3 階 講堂前で開始します。参加費は無料です。

演者の方へ

- ・ 一般演題の発表時間は発表 10 分、質疑応答 5 分です。
- ・ 発表形式は PC のみです。PC 対応プロジェクター1 台をご用意いたします。
- ・ 静止画でのご発表データを研究会準備の PC に取り込ませて頂きますので、USB メモリーをご持参ください。
- ・ 作成するソフトはマイクロソフト社の Power Point で 2019 以降のバージョンに限ります。
- ・ 発表データに動画がある場合や Macintosh をご使用の場合は、ご自身の PC をご利用ください。
- ・ 映像接続ケーブルは D-sub15 ピン（ミニ）と HDMI を準備しております。それ以外をご利用の場合は変換コネクタを忘れずにお持ちください。 ※AC アダプタは必ずご持参下さい。

■ WEB 参加の方

参加受付

- ・ 参加費は無料です。以下の zoom URL よりご入場ください。

https://us02web.zoom.us/webinar/register/WN_5x_9vu5XTf63Xpljqa8kug

演者の方へ

- ・ 一般演題の発表時間は発表 10 分、質疑応答 5 分です。
- ・ WEB 会議システムは Zoom ウェビナーを使用します。
- ・ Zoom ウェビナーに視聴者としてご入室いただき、時間になりましたら運営事務局側でパネリストに変更させていただきます。パネリストに変更されますと「マイク」と「ビデオ」の使用権限が与えられます。
- ・ ご発表データの画面共有を演者ご本人で行っていただき、ご発表をお願いいたします。
- ・ ご発表終了後は視聴者に変更させていただきます。以降は「マイク」と「ビデオ」の使用ができなくなります。

■ 協賛企業



株式会社サージカル・スパイン

ニューベシブジャパン株式会社

ハイブリッド手術室脊椎手術研究会 会則

第 1 章 総則

第 1 条：名称

本会はハイブリッド手術室脊椎手術研究会と称する

第 2 条：事務局

本会は事務局を

大阪警察病院 整形外科

〒543-0035 大阪府大阪市天王寺区北山町 10-31

におくこととする。

第 3 条：目的

本会は、会員のハイブリッド手術室脊椎手術およびその関連領域の見識・技術を高め、治療の向上に貢献することを目的とする。

第 4 条：事業

本会は前条の目的を達成するために次の事業を行う。

1. 研究会の開催
2. 関係学術団体との連絡協調
3. その他、前項の目的を達成するために必要と認められる事業

第 2 章 会員

第 5 条：会員

本会の会員は、医療機関および関連施設に所属し、本会の目的に賛同する医師および医療従事者とする。

第 3 章 役員

第 6 条：役員

本会には次の役員を置く。

（顧問若干名）

代表世話人 1 名

世話人 若干名

監事 1 名

第 7 条：役員の職務

代表世話人は本会を代表し、会務を統括する。

世話人は代表世話人とともに世話人会を組織し、会務を計画、運営する。

監事は本会の事業および会計を監査する。

第 8 条：役員の選出および変更

本会の役員の変更および選出は世話人会により決定し承認される。

第 4 章 会計

第 9 条：会計

本会の運営費は次のものをもって支弁する。

1. 会費（本会の会費は参加費をもってこれに充てる。）
2. 寄付金およびその他の収入

本会の会計は事務局にて管理する。

第 10 条：会費

会費は世話人会で決定する。

会費は研究会開催時に納めるものとする。

第 11 条：会計年度

本会の会計年度は、毎年 1 月 1 日より 12 月末日とする。

第 12 条：決算

本会の収支決算は、事務局が作成し、毎会計年度終了後、監査を受け、世話人会の承認を得て本会に報告する。

第 5 章 附則

第 13 条 本規約は、平成 31 年 1 月 1 日から施行する。

第 14 条 本会の会則は、世話人の 3 分の 2 以上の決議（書面および電子的方法を含む）を受けた場合、変更あるいは追加できるものとする。

第 15 条 本会は 5 年に一度見直しを行う。

以上

ハイブリッド手術室脊椎手術研究会 役員名簿

代表世話人 江原 宗平（湘南藤沢徳洲会病院）

世話人 海渡 貴司（大阪大学）
笹岡 隆一（府中病院）
篠原 光（東京慈恵会医科大学）
新 靖史（大阪警察病院 脳神経外科）
高橋 淳（信州大学）
中野 敦之（大阪医科大学）
藤原 靖（安佐市民病院）
宮本 裕史（近畿大学）
和田 英路（大阪警察病院）

ホームページ <http://hybridorss.umin.ne.jp/>

事務局

和田 英路（大阪警察病院 脊椎・脊髄センター）
〒543-0035 大阪市天王寺区北山町 10-31
TEL：06-6771-6051 FAX：06-6775-2838
E-mail: hybridorss@gmail.com

事務局代行

株式会社ドウ・コンベンション

〒101-0063 東京都千代田区神田淡路町 2-23 アクセスお茶の水ビル 5F
TEL：03-5289-7717 FAX：03-5289-8117
E-mail: hybridorss-office@umin.ac.jp

プログラム

13 : 00～13 : 30

世話人会

13 : 55～14 : 00

開会挨拶

高橋 淳（信州大学医学部運動機能学教室（整形外科）教授）

14 : 00～15 : 00

一般演題 I

座長：大場 悠己（信州大学医学部小児側弯症研究講座 准教授）

1. 進行期腰椎分離症に対するロボット支援下低侵襲分離修復術

○山下 一太、手束 文威、杉浦 宏祐、西良 浩一

徳島大学 運動機能外科学教室（整形外科）

2. 脊椎砂時計腫に対する Augmented reality(AR,拡張現実)を用いた顕微鏡手術の有用性

○土川 雄司、藤原 靖、西森 誠、當天 賢子、角西 寛、大田 亮、古高 慎司、大田 悠貴、

山本 真弘、村上 欣

広島市立北部医療センター安佐市民病院 整形外科・顕微鏡脊椎脊髓センター

3. ナビゲーションとロボットによる頸椎椎弓根螺子設置精度の比較－傾向スコアマッチング分析を用いた検討－

○山本 祐樹、藤城 高志、三宅 克広、平井 宏典、宇佐美 嘉正、羽山 祥生、中矢 良治、

馬場 一郎、根尾 昌志

大阪医科薬科大学 整形外科

4. 脊椎ロボット支援下、頸椎後外側筋間アプローチによるスクルー刺入法とその精度

○谷 陽一、中 信裕、小野 直登、川島 康輝、朴 正旭、石原 昌幸、足立 崇、谷口 慎一郎、

安藤 宗治、齋藤 貴徳

関西医科大学 整形外科学講座

15 : 00～15 : 15

休憩（協賛企業 PR 動画）

一般演題 II

座長：高橋 淳（信州大学医学部運動機能学教室（整形外科）教授）

5. ハイブリッド手術室で行うナビゲーション手術における臨床工学技士の取り組み

○渡辺 大地、道永 祐希、濱砂 恵里奈、吉澤 祐貴、荻原 伶奈、齋藤 千華、柳澤 菜緒、菊池 紀敏
信州大学医学部附属病院 臨床工学部

6. ロボット支援下側弯症手術において Landmark Crater の作成が PS 挿入精度に与える影響

○大場 悠己¹、池上 章太¹、上原 将志¹、宮岡 嘉就¹、畠中 輝枝¹、黒河内 大輔¹、重信 圭佑¹、
笹尾 真司¹、高橋 淳¹、根尾 昌志²

¹大室整形外科 脊椎・関節クリニック

²大阪医科薬科大学整形外科学教室

7. 思春期特発性側弯症に対する椎弓根スクリュー設置精度の検証

～X 線透視、CT ガイドナビゲーション、脊椎手術支援ロボットの比較検討～

○山下 一太、手束 文威、杉浦 宏祐、西良 浩一
徳島大学 運動機能外科学教室（整形外科）

8. XR（Cross Reality）を併用した椎弓根スクリューの刺入精度の検証

○小幡 新太郎^{1,2}、篠原 光^{1,2}、有村 大吾^{1,2}、勝見 俊介^{1,2}、池上 拓^{1,2}、金井 知彬^{1,2}、
斎藤 充¹

¹東京慈恵会医科大学 整形外科学講座

²東京慈恵会医科大学附属病院 脊椎・脊髄センター

16 : 15～16 : 30

休憩（協賛企業 PR 動画）

16 : 30～17 : 30

特別講演

座長：高橋 淳（信州大学医学部運動機能学教室（整形外科）教授）

「ハイブリッド脊椎手術室/31589 本挿入とロボット椎骨スクリュー挿入/3697 本挿入 脊柱側弯症手術 – 前方後方 –」

江原 宗平

湘南藤沢徳洲会病院 院長 / 脊椎センター・脊柱側弯症センター長

17 : 30～17 : 35

閉会挨拶

高橋 淳（信州大学医学部運動機能学教室（整形外科）教授）

抄 録

ハイブリッド脊椎手術室/31589 本挿入とロボット椎骨スクリュー挿入/3697 本挿入 脊柱側彎症手術 – 前方後方 –

江原 宗平

湘南藤沢徳洲会病院 院長 / 脊椎センター・脊柱側彎症センター長

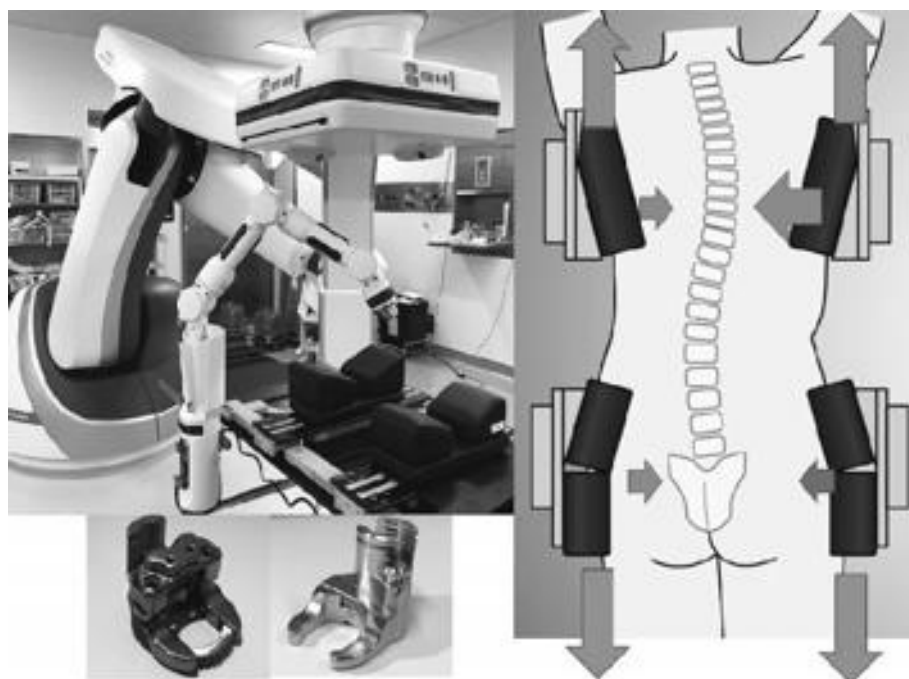
1996 年 CT ベースのナビゲーション脊椎手術，2004 年 3D C-アームを用いたリアルタイムナビゲーション脊椎手術，2012 年世界初のハイブリッド脊椎手術システムでのナビゲーション脊椎手術開始．2019 年にハイブリッド脊椎手術システムを最新型に入れ替え．

ハイブリッド脊椎手術室でのナビゲーション下に 31589 本の前方，後方のスクリュー挿入．

2021 年 4 月 1 日よりハイブリッド脊椎手術システムのナビゲーション上でのロボット脊椎手術（ロボットガイダンススクリューホール作成手術）を開始．脊椎ロボット使用手術，脊柱側彎症手術を中心に 4 月 1 日より 2023 年 10 月 10 日までに合計 3697 本の椎弓根・椎体スクリューをロボットガイダンスで挿入．入れ替えは 26 本．その他は術中ポインターで指示したスクリュー挿入プランとのずれは認めず，正確に挿入できている．

脊椎ハイブリッド手術室において脊椎ロボット手術を用いた脊柱側彎症手術，

1. 内視鏡サポート（VATS）小切開前方矯正固定術
2. “矯正 BOX（CORRECTION-BOX）”や“RING”を用いた後方矯正固定術をビデオを用いて紹介する．



1. 進行期腰椎分離症に対するロボット支援下低侵襲分離修復術

○山下 一太、手束 文威、杉浦 宏祐、西良 浩一
徳島大学 運動機能外科学教室（整形外科）

【はじめに】

腰椎分離症は発育期のアスリートに多く発生し、患者のスポーツ継続希望や競技スケジュールを考慮した治療が要求される。進行期の腰椎分離症は早期の競技復帰に向けて手術加療が選択されることもあるが、後方筋群の侵襲という課題もある。ロボット支援下低侵襲分離修復術を施行し、良好な経過を辿った症例についてその手技と共に供覧する。

【症例】

15 歳男子、高校陸上部所属の投擲選手。投擲動作中に腰痛を自覚し近医受診。L3 両側進行期分離症と診断し、スポーツ休止と装具治療を 6 か月間継続したが骨癒合には至らなかった。腰痛完治と競技復帰を目的として手術加療の方針とした。

【手術手技】

全身麻酔、腹臥位。L2 棘突起直上を小切開し棘突起にナビゲーションアンテナを設置。術中 CT を使用したナビゲーション下に screw 挿入孔の皮膚切開位置を確認後、皮膚と筋膜を小切開した。Cirq ロボットアームシステム（BLAINLAB 社）支援下に内筒を設置しドリリングした。ガイドワイヤーを設置し tapping 後、CCS を Cross-Lamina 法で挿入し分離部を内固定した。術後合併症なく、翌日から歩行可能であった。術後 3 日で自宅退院し、疼痛は消失。術後 2 か月の CT で分離部の癒合を確認してスポーツ復帰を許可した。以降、経過良好で再発はない。

【考察】

近年ナビゲーションシステムが発達し、安全かつ正確な治療が可能となっている。また本邦でも脊椎ロボット支援手術が導入されているが、主に側弯矯正手術などの大きな侵襲の手術で使用されることが多い。費用対効果の問題もあるが、本症例のような小侵襲手術にもロボット支援下脊椎手術が有効である可能性が示唆された。

2. 脊椎砂時計腫に対する Augmented reality(AR,拡張現実)を用いた顕微鏡手術の有用性

○土川 雄司、藤原 靖、西森 誠、當天 賢子、角西 寛、大田 亮、古高 慎司、大田 悠貴、
山本 真弘、村上 欣
広島市立北部医療センター安佐市民病院 整形外科・顕微鏡脊椎脊髓センター

【目的】

現実空間に仮想的なオブジェクト情報を表示する Augmented reality(AR,拡張現実)を用いた様々な手術支援が報告されている。当科では脊髄腫瘍手術の際、顕微鏡視野内に腫瘍の位置をオブジェクトとして表示できる AR 顕微鏡を用いている。特に脊柱管内外にまたがる脊椎砂時計腫の摘出術においては AR 顕微鏡によって得られる恩恵は大きい。脊椎砂時計腫に対する AR 顕微鏡手術の有用性について検討した。

【方法】

2002 年 10 月から 2022 年 12 月までに脊椎砂時計腫に対して腫瘍摘出術を行った 67 例(男性 32 例,女性 35 例,手術時平均年齢 57.7 歳)を対象とした。Eden 分類は Type I :5 例, Type II :16 例, Type III :29 例, Type IV :17 例。AR 顕微鏡を用いた 16 例 (AR 群) と従来の顕微鏡を用いた 51 例 (従来群) を後ろ向きに調査,二群間で切除率,手術時間,出血量を比較した。統計はカイ 2 乗検定, t 検定を用いた。

【結果】

いずれも統計学的には有意差はなかったが,AR 群では完全切除率が高く,手術時間は短縮され,出血量も少ない傾向が見られた。

【考察】

AR 顕微鏡の視野内には腫瘍の位置をオブジェクトとして表示できることに加え,ナビゲーションやモニタリングなどの情報を表示することができるため術野から目を逸らすことなく手術に必要な情報を得ることができる。腫瘍の安全かつ十分な切除に役立つのに加え,皮膚切開や骨切除を最低限にして手術時間の短縮につながると考えられる。

【結論】

脊椎砂時計腫に対する AR 顕微鏡手術は従来法と比較し同等以上の手術成績が得られる可能性がある。

3. ナビゲーションとロボットによる頸椎椎弓根螺子設置精度の比較 －傾向スコアマッチング分析を用いた検討－

○山本 祐樹、藤城 高志、三宅 克広、平井 宏典、宇佐美 嘉正、羽山 祥生、中矢 良治、
馬場 一郎、根尾 昌志
大阪医科薬科大学 整形外科

【はじめに】

ナビゲーションシステム（Image Guidance System: IGS）は従来の透視装置を用いた方法と比べ、頸椎椎弓根螺子（CPS）設置の精度を飛躍的に向上させた。近年、脊椎手術用ロボット（Robotic Guidance System: RGS）が登場し、これによりさらに正確な CPS 設置が期待されるが、IGS と RGS の CPS 設置精度を直接比較した研究はない。

【目的】

ナビゲーションシステム（IGS）とロボット（RGS）を用いた頸椎椎弓根螺子の設置精度を傾向スコアマッチングを介して比較検討すること。

【方法】

2016 年 4 月から 2023 年 3 月までに、IGS または RGS を用いて CPS 設置を行った患者を対象とした。CPS は椎骨動脈が横突孔を走行していた C2 から C6 の高位を調査した。傾向スコアマッチングを用い、IG 群から RG 群との患者間の交絡因子（患者背景、疾患、registration material など）を調整した症例を matched IG 群として抽出した。CPS の精度は Neo 分類に基づき、術後 CT 画像にて評価した。術中に抜去した CPS および CPS 関連合併症（神経血管損傷など）についても調査した。

【結果】

IG 群 106 例、RG 群 22 例を対象とした。傾向スコアマッチング後にて IG 群から 22 例の患者を matched IG 群として抽出した。最終的に、matched IG 群 22 例（105 CPSs）、RG 群 22 例（95 CPSs）の比較検討を行った。CPS の Clinical acceptable rate（Grade 0+1）は、Axial plane では matched IG 群 94.3%、RG 群 97.9%（ $P=0.284$ ）、Sagittal plane では 96.2%と 95.8%であり（ $P>0.999$ ）、ともに統計学的有意差はなかった。抜去した CPS は 2.9%と 1.9%と同等であった（ $P>0.999$ ）。Grade 3 および CPS 関連の合併症は両群とも認めなかった。逸脱した方向を調査すると、頭尾側および内側方向に明らかな差はなかったが、外側方向（Grade 1+2+3）で統計学的な有意差を認めた（7.7% vs 1.1% ; $P=0.037$ ）。

【考察および結論】

RGS と IGS は臨床上、同等に安全な CPS 設置が可能である。しかし、RGS では外側への逸脱が有意に少なく、より椎骨動脈損傷の可能性が少ないと考えられた。

4. 脊椎ロボット支援下、頸椎後外側筋間アプローチによるスクリー刺入法とその精度

○谷 陽一、中 信裕、小野 直登、川島 康輝、朴 正旭、石原 昌幸、足立 崇、谷口 慎一郎、
安藤 宗治、齋藤 貴徳
関西医科大学 整形外科科学講座

【はじめに】

頸椎椎弓根の周囲には、外側には椎骨動脈、内側には脊髄、頭尾側には神経根といった重要組織が取り囲んでいるため、椎弓根スクリーの刺入には豊富な知識と高い技術が要求される。1994 年の鎧らによる報告から始まる頸椎椎弓根スクリー(PS)の臨床応用は当初は側面透視のみの free hand technique による発表であった。その後ナビゲーション・脊椎ロボット等の手術支援機器の導入によって安全性、精度が担保されつつある。頸椎に対しては従来の open 法での PS 刺入が一般的であるが、時岡らは最小侵襲頸椎椎弓根スクリー固定 (MICEPS) 法として、ナビゲーション併用下に後外側アプローチによる小皮切での PS 刺入による低侵襲性を報告している。

当教室では 2022 年から頸椎にも適応のある脊椎ロボット Cirq®を導入した。今回、Cirq®を用いた MICEPS 法のアプローチにおける PS 刺入法とその精度について報告する。

【対象と方法】

対象はブレインラボ製 Cirq®を用いて、頸椎後外側アプローチによる PS を刺入した 26 例。Cirq®による PS 刺入は術中 CT 撮影にて得られた画像を構築しナビゲーションシステムを用いて行う。逸脱の評価は術後 CT で行い、Neo classification system を用いて Grade 0 から 3 の 4 段階で評価した。

【結果】

PS は合計 121 本 (C1 18 本、C2 34 本、C3 16 本、C4 16 本、C5 14 本、C6 11 本、C7 12 本) で、Grade2,3 の逸脱を 5 本認め、刺入精度は 95.9%であった。

【考察】

Cirq®では、プランニングした刺入方向にロボットを誘導し固定され、取り付けられた筒越しにドリリングが可能のため、ナビゲーション下での free hand による刺入よりも精度が高まることが期待される。また、頸椎後外側アプローチでは筋肉に干渉されることなく刺入角度を得られるため、MICEPS 法のアプローチによる PS 刺入は脊椎ロボットの最も良い適応であると考えられる。

5. ハイブリット手術室で行うナビゲーション手術における臨床工学技士の取り組み

○渡辺 大地、道永 祐希、濱砂 恵里奈、吉澤 祐貴、荻原 伶奈、齋藤 千華、柳澤 菜緒、菊池 紀敏
信州大学医学部附属病院 臨床工学部

【背景】

近年、ハイブリット手術室の導入が進み安全でより正確な脊椎手術が可能となってきている。

特に、脊椎固定術にナビゲーションシステム(以下 ナビ)を使用することは安全性と正確性を担保する上で必要不可欠となりつつある。一方、ハイブリット手術室でナビを使用した脊椎手術の際には医師や看護師だけではなく、診療放射線技師、臨床検査技師、ナビゲーション機器の操作を行う臨床工学技士(以下 CE)などコメディカル含めた多職種が密に連携する必要がある。

しかし、各職種の役割や連携方法、手術の運営など具体的な報告はまだまだ少なく確立された方法もない。そこで、当院のハイブリット手術室でナビを用いた脊椎手術における CE の取り組みについて報告する。

【取り組み】

ハイブリット手術室でナビを使用した脊椎手術を 2018 年 6 月から 3 DC アーム装置とナビの組み合わせで開始している。2022 年 5 月から手術支援ロボットアームを導入しナビ手術を実施しており、現在で 140 例近く経験してきた。当院の特徴的な取り組みとして 2 点挙げられる。

1 つ目は、患者被ばく量を軽減する取り組みで、当院は放射線技師が CT 撮影時の線量をメーカー推奨の 1/5 で撮影している。CE は粗い画像に対してナビ上の画像を調整し手術のしやすい描画を放射線技師と連携しながら作成している。また、湾曲が大きい画像の場合には coronal 画像の向きを手術進行に合わせながら調整し、医師がスクリーンの打ちやすい axial 画像を提供している。

2 つ目は、脊椎固定術の適応となる脊椎側弯症は若い女性患者の割合が多いことから、患者の精神的配慮として積極的に女性 CE を配置している。また、業務対応が可能な女性 CE を増やすために事前の勉強や動画資料による研鑽も積極的に実施している。

さらに、長期的に継続できるように若手 CE の配置も積極的に実施している。

【結語】

ハイブリット手術室で行うナビゲーション手術における当院の臨床工学技士の取り組みを報告した。

6. ロボット支援下側弯症手術において Landmark Crater の作成が PS 挿入精度に与える影響

○大場 悠己¹、池上 章太¹、上原 将志¹、宮岡 嘉就¹、畠中 輝枝¹、黒河内 大輔¹、重信 圭佑¹、
笹尾 真司¹、高橋 淳¹、根尾 昌志²

¹ 信州大学医学部附属病院整形外科

² 大阪医科薬科大学整形外科学教室

【はじめに】

小児側弯症手術時の椎弓根スクリュー(PS)挿入の逸脱率は低い。昨年のレビューでは術中 CT ナビゲーションの使用により側弯症手術の PS 挿入精度は約 6%まで低下したことが報告されたが、さらなる精度向上が期待される。我々は昨年より術中 CT ナビゲーションに手術支援ロボットを併用し側弯症手術を行ってきた。ロボットを有効利用するために、2023 年 3 月より Landmark Crater 法(LC 法)を考案し実践してきた。LC 法とは“術中の PS プラン作成時に PS 挿入部にロボットガイドの先端が丁度固定される、直径 5mm の半円の溝（根尾の穴）を作成し、その溝の中央から PS プランを作成する方法”である。

【方法】

対象は当科でロボット手術を受けた側弯症の連続した 52 名。平均年齢(±標準偏差)18.2±8.3 歳、男性 15 名、女性 37 名。特発性側弯症 27 名、その他の側弯症 25 名。LC 法を用いて PS 挿入を行った LC 群とそれ以外の従来群に群分けし、PS 逸脱率を比較した。また、PS 挿入を試みられた全椎弓根を対象に固定近位端よりリファレンスフレームからの距離、凹側凸側、椎弓根径を測定し、PS 逸脱の予測因子を調べた。椎弓根径計測と PS 逸脱評価は CT でおこなった。Rao の分類を参考に Grade2 以上を逸脱とした。

【結果】

LC 群は 19 名に 304 本の PS が、非 LC 群は 33 名に 545 本の PS が挿入されていた。年齢、性別、体格、疾患、X線パラメータに 2 群間で有意差は認めなかった。逸脱率は LC 群で 2.0%(21/304)、非 LC 群で 6.2%(34/545)と LC 群で有意に低かった($P<0.001$)。多変量解析の結果、PS 逸脱の有意な予測因子は、より細いこと(odds ratio 0.56, $p<0.001$)と LC 使用(odds ratio 0.29, $p=0.0007$)であった。

【考察と結論】

ロボット支援下側弯症手術において LC 法は PS 挿入精度を向上させ得る。

7. 思春期特発性側弯症に対する椎弓根スクリュー設置精度の検証

～X線透視、CTガイドナビゲーション、脊椎手術支援ロボットの比較検討～

○山下 一太、手束 文威、杉浦 宏祐、西良 浩一
徳島大学 運動機能外科学教室（整形外科）

【はじめに】

椎弓根スクリューは脊柱変形に対する後方矯正術で広く使用されている。X線透視下にスクリューを挿入することが一般的である。近年、CTガイドナビゲーション、さらに脊椎手術支援ロボットの技術が開発され、普及の兆しをみせている。本研究の目的は、X線透視、O-armナビゲーション、脊椎ロボットのスクリュー設置精度、手術時間、出血量を比較検討することである。

【対象と方法】

対象は、当院で2010年から2022年の間に施行された思春期特発性側弯症に対する後方矯正固定術、全66症例とした。X線透視下手術が23例、CTガイドナビゲーション手術(O-arm, Medtronic)が21例、ロボット支援下手術(Cirq, BRAINLAB)が22例であった。椎弓根径が小さい椎体に対しても、術前CTで椎弓根径が2mm以上の場合には全てスクリューを挿入した。それぞれのスクリュー設置精度を術後CTを用いてGertzbein & Robbins分類(Grade A-E)で評価した。また手術時間と出血量をカルテを用いて後ろ向きに評価した。

【結果】

平均手術時間はX線透視下手術、CTガイドナビゲーション手術、ロボット支援下手術の順にそれぞれ362分、329分、311分であった。平均出血量はそれぞれ860ml、692ml、595mlであった。Gertzbein & Robbins分類の逸脱2mm以下のGrade A、Bを許容範囲と定義し、それぞれの手術で挿入された椎弓根スクリュー472本、443本、470本の設置精度は、順に78%、82%、86% (concave side)、87%、89%、92% (convex side)であった。X線透視下手術ではインプラント関連の合併症があり、2例で再手術が必要であった。

【考察】

ロボット支援下手術の手術時間はレジストレーションに要する時間が必要だったにもかかわらず、X線透視下手術の手術時間より短い傾向があった。Concave sideのスクリュー設置精度は、ロボット支援下手術がX線透視下手術より有意に良好であった。Cirqは半自動のロボットアームであり、正確かつ短時間でスクリュー孔作成が可能である。脊椎手術支援ロボットは、脊柱変形の狭小あるいは変形した椎弓根に対して非常に有効なツールである。

8. XR (Cross Reality) を併用した椎弓根スクリューの刺入精度の検証

○小幡 新太郎^{1,2}、篠原 光^{1,2}、有村 大吾^{1,2}、勝見 俊介^{1,2}、池上 拓^{1,2}、金井 知彬^{1,2}、
斎藤 充¹

¹ 東京慈恵会医科大学 整形外科科学講座

² 東京慈恵会医科大学附属病院 脊椎・脊髄センター

【目的】

当院では小児側弯症に対してハイブリッド手術室対応多軸透視システムである ARTIS pheno と、ナビゲーションシステム BrainLab 社製 Curve を使用し手術を行っており、椎弓根スクリュー (PS) の低い逸脱率を過去に報告している。今回さらに XR (Cross Reality) を活用することで刺入精度が向上するか検討したので報告する。

【方法】

対象は 2021 年 4 月から 2023 年 6 月の間に XR を使用し後方矯正固定術を施行した小児側弯症患者 14 例 PS209 本を検証した。全例術中 CT 撮影を行い、Curve で PS の軌道を確認し、それに合わせて XR で Virtual line を設定し PS 刺入を行った。スクリュー逸脱の評価は Rao 分類を用いて Grade 2 以上を臨床的逸脱とし、スクリューの逸脱率や方向、スクリュー刺入に伴う合併症を検討、当院の XR 非使用でのナビゲーション手術症例 21 例(N 群)の結果と比較検討した。

【結果】

N 群/X 群で、女性(18 例/13 例)、男性(3 例/1 例)、手術時平均年齢(16.2 ± 3.3 歳/ 16.2 ± 2.4 歳)、major curve の平均 Cobb 角($54.3 \pm 12.0^\circ$ / $47.5 \pm 3.1^\circ$)。Lenke 分類 Type1 が(7 例/7 例)、Type2 が(2 例/3 例)、Type5 が(8 例/3 例)、症候性側弯(4 例/1 例)であった。全体で刺入されたスクリュー(369 本/209 本)で、逸脱は Grade1 が(24 本(6.2%)/20 本 (9.6%))、Grade2 が(11 本(2.8%)/1 本 (0.5%))、Grade3 が(1 本(0.3%)/2 本 (0.9%))であり、臨床的逸脱は(3.1%/1.4%)であった。逸脱方向は内側(17 本/0 本)、外側(19 本/23 本)であった。スクリュー刺入に伴う合併症は両群ともに認めなかった。

【考察】

これまで PS 刺入の精度に関して様々な報告があるが、それらと比較して今回の XR を併用した椎弓根スクリューの刺入精度の検討では臨床的な逸脱を認めず、術中 CT とナビゲーションで手術した際よりも安全にスクリュー刺入を行える可能性が示唆された。しかし、Grade 1 の逸脱は XR を用いた方が多い傾向にあり、大きく逸脱しないようにするためのガイドとして有用なものとする。

【結論】

XR を活用することにより、PS の逸脱率を下げるのに有用な可能性が示唆された。