

厚生労働科学研究費補助金 難治性疾患政策研究事業
分担研究報告書

脊柱靱帯骨化症に関する調査研究

研究分担者 山崎 正志 筑波大学医学医療系 整形外科 教授

研究要旨

目的：われわれは本年度、胸椎後縦靱帯骨化症（OPLL）に伴う重度脊髄障害に対して後方除圧固定術を施行し、術後急性期に HAL を用いた歩行訓練を実施した患者の HAL 訓練効果を、3 関節と下肢の軌道の変化に着目して動作解析した。

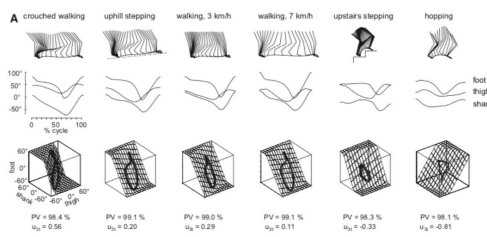
対象と方法：胸椎 OPLL による重度脊髄障害で歩行不能となり後方除圧固定術を実施し、術後急性期に HAL を用いた歩行訓練を実施した 5 例（平均年齢 59.4 歳、術後平均 28.6 日から開始）を対象とした。患者の快適速度における 10m 歩行テストで、歩行時間と歩数から歩行速度と歩幅を算出し、下肢筋力は American Spinal Injury Association impairment scale で評価した。歩行解析は HAL 訓練前後にモーションキャプチャーシステムを併用した 10m 歩行テストで、3 関節の角度と大腿、下腿、足部の矢状面上鉛直との角度(EA)を算出し、可動範囲と共変平面の主成分分析を行い、共変平面からのばらつきを表す第 2 主成分と第 3 主成分スコア分散(PC2SD, PC3SD)を算出した。健常ボランティア 8 例（平均年齢 57 歳）の歩行解析を行い、両群を比較した。

結果：HAL 訓練後に患者の歩行速度、歩幅、歩行率、ASIA 下肢運動スコアはそれぞれ有意な改善を認めた。HAL 訓練前後の 3 関節の可動域は増加し、患者の大腿、下腿、足部 EA は HAL 訓練後に健常群に近づく有意な改善を認め、HAL 訓練前後の PC2SD はそれぞれ 9.3 と 12.4、PC3SD はそれぞれ 3.6 と 4.3 であり有意な改善を認めた。

結論：胸椎 OPLL による重度脊髄障害を呈した患者では健常者と異なる歩行パターンを呈していたが、HAL 訓練によって両下肢の軌道が健常者に近づき、下肢機能改善効果が得られた。

A. 研究目的

健常者の歩行動作は、中枢神経系による下肢協調制御により大腿、下腿、足部の矢状面上鉛直との角度(Elevation Angle、以下 EA)が強い共変関係を持ち、軌道空間の次元縮退が見られる [1]。

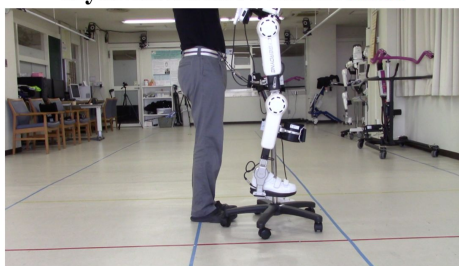


Ivanenko et al. J Neurophysiol 2008

歩行動作におけるElevation Angleの共変関係

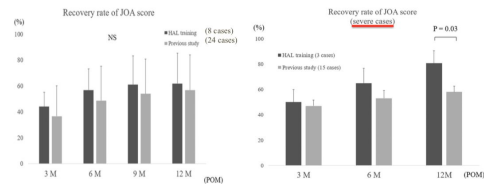
脊髄障害患者に対する装着型ロボットの有用性が報告されてきている[2-5]。ロボットス-HAL (Hybrid Assistive Limb)は、生体電位信号に基づく運動支援[6]を行う装着型ロボットで、脊髄障害例や脳血管障害例において HAL 訓練後に患者の歩行能力の改善が認められることが報告されている [7-17]。

Hybrid Assistive Limb: HAL



Kawamoto et al. BMC Neurology 2013

われわれはこれまでの研究で、胸椎 OPLL で重度脊髄障害を呈した患者に対する手術後急性期に HAL を用いた歩行訓練を併用すると術後 1 年の脊髄症の回復が良いことを報告した[18]。



Kubota S et al. J Spinal Cord Med 2018

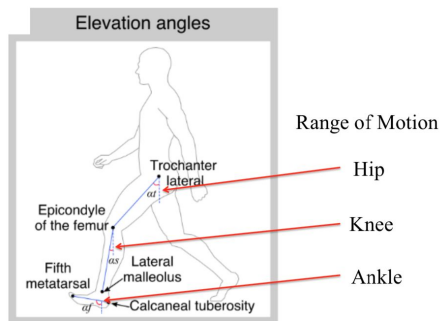
HAL訓練の介入・非介入群のJOAスコア改善率

本年度の研究でわれわれは、術後急性期に HAL を用いた歩行訓練を実施した患者の HAL 訓練効果を 3 関節と下肢の軌道の変化に着目して歩行動作解析[19]することで、HAL 訓練効果を明らかにすることを目的とした。

B. 研究方法

胸椎 OPLL による重度脊髄障害で歩行不能となり、後方除圧固定術を実施した患者 8 例中、術後急性期に HAL を用いた歩行訓練を実施した 5 例(平均年齢 59.4 歳、術後平均 28.6 日から開始)を対象とした。

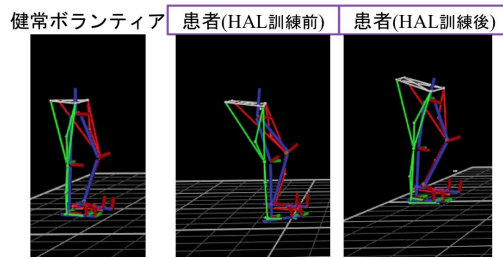
患者の快適速度における 10m 歩行テストで、歩行時間と歩数から歩行速度と歩幅を算出し、下肢筋力は American Spinal Injury Association impairment scale で評価した。歩行解析は HAL 訓練前後にモーションキャプチャーシステム(VICON MX 100Hz、Plug-in Gait)を併用した 10m 歩行テストで、3 関節の角度と大腿、下腿、足部の矢状面上鉛直との角度(Elevation Angle、EA)を算出し、可動範囲と共変平面の主成分分析を行い、共変平面からのばらつきを表す第 2 主成分と第 3 主成分スコア分散(PC2SDとPC3SD)を算出した。



下肢3関節のROMとEAsの算出

健常ボランティア 8 例（平均年齢 57 歳）の歩行解析を行い、両群を比較した。

VICOM MX, 16 T20s cameras, 100Hz



歩行動作解析

歩行動作解析は、日本リハビリテーション医学会診療ガイドライン委員会が策定したリハビリテーション医療における安全管理・推進のためのガイドラインで示された中止基準[20]に準じて行った。

本研究は筑波大学附属病院における臨床研究倫理審査の承認を受けて行われた。

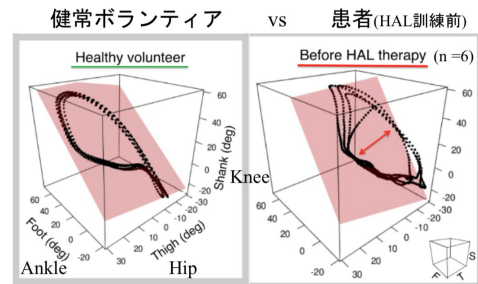
C . 研究結果

HAL 訓練後に患者の歩行速度は平均 0.44 から 0.89m/sec、歩幅は平均 0.39 から 0.49m、歩行率は平均 66.3 から 106.8 steps/min、ASIA 下肢運動スコアは平均 75.2 から 80.8 にそれぞれ有意な改善を認めた。

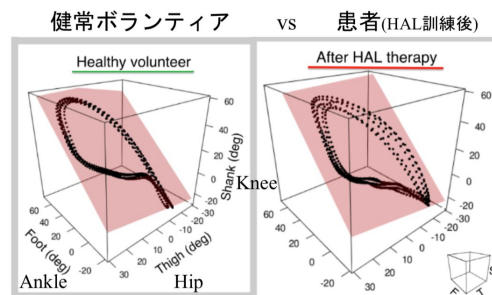
HAL 訓練前後の ROM は股関節屈曲がそれぞれ平均 32.6° と 34.9°、伸展がそれぞれ平均 1.5° と 8.5°、膝関節屈曲がそれぞれ

平均 45.3° と 53.0°、伸展がそれぞれ平均 -3.2° と 3.7°、足関節背屈がそれぞれ 14.5° と 18.6°、底屈がそれぞれ 5.4° と 6.8° であった。

患者の大腿、下腿、足部 EA は HAL 訓練後に健常群に近づく有意な改善を認めた。

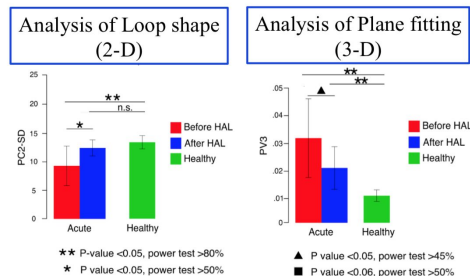


Puentes S et al. Frontiers in Neuroscience 2018



Puentes S et al. Frontiers in Neuroscience 2018

HAL 訓練前後の PC2SD はそれぞれ 9.3 ± 3.5 と 12.4 ± 1.4 、PC3SD はそれぞれ 3.7 ± 1.1 、 4.3 ± 0.64 で有意な改善を認めた。



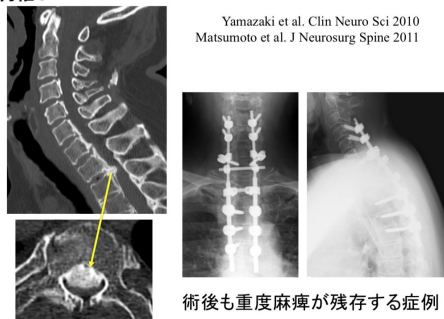
D . 考察

今回の検討で、胸椎 OPLL によって重度の脊髄障害を呈した患者の術後急性期の歩行は、股関節と膝関節を屈曲し、足関節が底

屈した歩容となること、両脚用ロボットスーツ HAL を装着した歩行訓練で股関節と膝関節を伸展し、足関節を背屈する歩行に改善することが明らかとなった。大腿、下腿、足部の下肢 EA の可動範囲と PC2SD と PC3SD の解析結果から、歩行訓練後の歩容は健常ボランティアに近づく下肢協調運動となることも明らかとなった。

この結果から、患者の脳脊髄からの随意刺激を末梢の生体電位信号で感知し、運動支援と下肢の協調運動の制御を行うロボットリハビリテーションが、中枢神経系の機能改善をもたらすことが示唆された。胸椎 OPLL により歩行困難となった患者では、手術を受けても、術後早期には重度の脊髄障害が残存し、歩行リハビリテーションの施行に難渋する症例が少なくなかった。

胸椎OPLL



今回の研究から、両脚用 HAL を用いた術後急性期からの歩行訓練は、重度脊髄障害が術後も残存した患者の歩行機能の回復に有効であると考えられた [15]。

E . 結論

胸椎OPLLによる重度脊髄障害を呈した患者では、健常者と異なる歩行パターンを呈していたが、HAL訓練によって両下肢の軌道が健常者に近づき、下肢機能改善効果が得られた。

参考文献

1. Borghese NA, Bianchi L, Lacquaniti F. Kinematic determinants of human locomotion. *J Physiol* 1996; 494: 863-879.
2. Zeilig G, Weingarden H, Zwecker M, et al. Safety and tolerance of the ReWalk exoskeleton suit for ambulation by people with complete spinal cord injury: A pilot study. *J Spinal Cord Med* 2012; 35:96-101.
3. Kozlowski AJ, Bryce TN, Dejkers MP. Time and effort required by persons with spinal cord injury to learn to use a powered exoskeleton for assisted walking. *Top Spinal Cord Inj Rehabil* 2015
4. Hartigan C, Kandilakis C, Dalley S, et al. Mobility outcomes following five training sessions with a powered exoskeleton. *Top Spinal Cord Inj Rehabil* 2015
5. Louie DR, Eng JJ, Lam T, et al. Gait speed using powered robotic exoskeletons after spinal cord injury: a systematic review and correlational study. *J NeuroEng Rehabil* 2015; 12:82 DOI 10.1186/s 12984-015-0074-9.
6. Birch N, Graham J, Priestley T, et al. Results of the first interim analysis of the RAPPER trial in patients with spinal cord injury; ambulation and functional exercise programs in the REX powered walking aid. *J NeuroEng Rehabil* 2017; 14:60 DOI 10. 1186/s 12984-017-027

- 4-6.
7. Kawamoto H and Sankai Y. Power assist method based on phase sequence and muscle force condition for HAL. *Advanced Robotics* 2005; 19:717-734.
 8. 上野友之, 山崎正志. わが国におけるリハビリテーションロボットの現状. *脊椎脊髄*, 29: 692-698, 2016.
 9. Kubota S, Nakata Y, Eguchi K et al. Feasibility of rehabilitation training with a newly developed wearable robot for patients with limited mobility. *Arch Phys Med Rehabil* 2013; 94: 1080-1087.
 10. Ikumi A, Kubota S, Shimizu Y et al. Decrease of spasticity after hybrid assistive limb® training for a patient with C4 quadriplegia due to chronic SCI. *J Spinal Cord Med* 2017; 40:573-578.
 11. Watanabe H, Marushima A, Kawamoto H, et al. Intensive gait treatment using a robot suit Hybrid Assistive Limb in acute spinal cord infarction: report of two cases. *J Spinal Cord Med*. 2017; 9:1-7. doi: 10.1080/10790268.2017.1372059.
 12. Shimizu Y, Nakai K, Kadone H, et al. The Hybrid Assistive Limb® intervention for a postoperative patient with spinal dural arteriovenous fistula and chronic spinal cord injury: a case study. *J Spinal Cord Med*. 2017; 29:1-8. doi: 10.1080/10790268.2017.1329916.
 13. Yoshioka T, Sugaya H, Kubota S, et al. Knee-extension training with a single-joint Hybrid Assistive Limb during the early postoperative period after total knee arthroplasty in a patient with osteoarthritis. *Case Rep Orthop*. 2016 DOI: 10.1155/2016/9610745.
 14. Yoshioka T, Kubota S, Sugaya H, et al. Robotic device-assisted knee extension training during the early postoperative period after opening wedge high tibial osteotomy: a case report. *J Med Case Rep*. 2017; 5;11:213. doi: 10.1186/s13256-017-1367-3.
 15. 吉岡友和, 久保田茂希, 菅谷久・他. 変形性膝関節症治療におけるロボットスーツHAL単関節型の応用. *関節外科* 2017; 36: 72-81.
 16. Fukaya T, Mutsuzaki H, Yoshikawa K, et al. The training effect of early intervention with a Hybrid Assistive Limb after total knee arthroplasty. *Case Rep Orthop*. 2017; 2017:6912706. doi: 10.1155/2017/6912706.
 17. Makihara T, Kadone H, Onishi S, et al. Shoulder motion assistance using a single-joint Hybrid Assistive Limb® robot: Evaluation of its safety and validity in healthy adults. *J Orthop Surg (Hong Kong)*. 2017 Sep-Dec;25:2309499017727951. doi:10.1177/2309499017727951.
 18. Kubota S, Hara Y, Shimizu Y, et al.

- A newly developed upper limb single-joint HAL in a patient with elbow flexion reconstruction after traumatic brachial plexus injury: A case report. *Interdisciplinary Neurosurgery* 2017; 10: 66-68.
19. Kubota S, Abe T, Kadone H, Shimizu Y, et al. Hybrid assistive limb (HAL) treatment for patients with severe thoracic myelopathy due to ossification of the posterior longitudinal ligament (OPLL) in the postoperative acute/subacute phase: A clinical trial. *J Spinal Cord Med*. 2018 Oct 18:1-9. doi: 10.1080/10790268.2018.1525975. [Epub ahead of print]
20. Puentes S, Kadone H, Kubota S, Abe T, Shimizu Y, Marushima A, Sankai Y, Yamazaki M, Suzuki K. Reshaping of Gait Coordination by Robotic Intervention in Myelopathy Patients After Surgery. *Front Neurosci*. 2018; doi: 10.3389/fnins.2018.00099. eCollection 2018.
21. 日本リハビリテーション医学会診療ガイドライン委員会: リハビリテーションにおける安全管理・推進のためのガイドライン. 医歯薬出版. 2006.
- 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
1. Kubota S, Mutsuzaki H, Yoshikawa K, Takeuchi R, Endo Y, Koseki K, Kohno Y, Yamazaki M. Safety and efficacy of robotic elbow training using the upper limb single-joint hybrid assistive limb combined with conventional rehabilitation for bilateral obstetric brachial plexus injury with co-contraction: a case report. *J Phys Ther Sci*. 31(2):206-10, 2019
2. Kubota S, Kadone H, Shimizu Y, Abe T, Makihara T, Kubo T, Watanabe H, Marushima A, Koda M, Hada Y, Yamazaki M. Shoulder training using shoulder assistive robot in a patient with shoulder elevation dysfunction: A case report. *J Orthop Sci*. 2020 Jan 30. pii: S0949-2658(20)30002-6. doi:10.1016/j.jos.2019.12.011.
3. Kadone H, Kubota S, Abe T, Noguchi H, Miura K, Koda M, Shimizu Y, Hada Y, Sankai Y, Suzuki K, Yamazaki M. Muscular activity modulation during postoperative walking with hybrid assistive limb (HAL) in a patient with thoracic myelopathy due to ossification of posterior longitudinal ligament: a case report, *Frontiers in Neurology*, doi: 10.3389/fneur.2020.00102, 2020.
4. (Charcot spine) Miura K, Koda M, Tatsumura M, Shiina I, Mammoto T, Hirano A, Abe T, Funayama T, Noguchi H, Yamazaki M. Charcot spinal arthropathy presenting as adjacent segment disease after lumbar spinal fusion surgery in Parkinson's disease: A case report. *J Clin Neurosci*. 2019;61:281-284

5. 安部哲哉, 久保田茂希, 藤井賢吾, 三浦紘世, 清水如代, 門根秀樹, 柴尾洋介, 俣木健太郎, 熊谷洋, 長島克弥, 野口裕史, 船山徹, 羽田康司, 國府田正雄, 山崎正志. 重度脊髄障害を呈した胸椎後縦靭帯骨化症に対する手術と HAL®併用療法. J.Spine

Res. 10: 1257-1261, 2019.

6. 安部哲哉, 長島克弥, 國府田正雄, 三浦紘世, 柴尾洋介, 俣木健太郎, 熊谷洋, 松井彩乃, 野口裕史, 船山徹, 山崎正志. 「第3の」中下位頸椎スクリー入法: 椎孔周囲スクリーを併用した頭蓋/頸椎後方固定術の臨床成績. J.Spine Res. 10:

1432-1436, 2019.

7. 安部哲哉, 長島克弥, 國府田正雄, 柴尾洋介, 天野国明, 船山徹, 山崎正志. 骨粗鬆症性椎体骨折の保存的治療成績-ステロイド性骨粗鬆症を含めて-. 別冊整形外科 No.76: 145-149. 2019.

2. 学会発表

1. 久保田茂希, 門根秀樹, 清水如代, 安部哲哉, 國府田正雄, 羽田康司, 山海嘉之, 山崎正志. 術後長期が経過した慢性期脊髄障害患者に対するロボットスーツ HAL を用いたリハビリテーションの効果. 第 48 回日本脊椎脊髄病学会学術集会, 2019 年 4 月, 横浜

2. 久保田茂希, 清水如代, 門根秀樹, 安部哲哉, 國府田正雄, 上野友之, 羽田康司, 山崎正志. 慢性期脊髄損傷に伴う四肢・両下肢完全麻痺症例に対する残存筋活動をトリガーとした T-HAL (heterotopic Triggered HAL) 法の経験. 第 48 回日本脊椎脊髄病学会学術集会, 2019 年 4 月, 横浜

3. 久保田茂希, 門根秀樹, 清水如代, 安部

哲哉, 國府田正雄, 羽田康司, 山海嘉之, 山崎正志. 慢性期脊髄障害患者に対する両脚型 HAL を用いた機能回復治療. 第 92 回日本整形外科学会学術総会, 2019 年 5 月, 横浜

4. 安部哲哉, 久保田茂希, 三浦紘世, 門根秀樹, 藤井賢吾, 清水如代, 船山徹, 古矢丈雄, 國府田正雄, 山崎正志. 「急性および亜急性の重度脊髄障害を呈した胸椎後縦靭帯骨化症に対する術後 HAL 治療の効果」

3-Po-54, 第 92 回日本整形外科学会学術総会, 2019 年 5 月 9-12 日, 横浜

5. 江崎聖桜, 門根秀樹, 久保田茂希, 安部哲哉, 清水如代, 羽田康司, 國府田正雄, 山崎正志. 重度脊髄障害に対する術後急性期および慢性期にロボットスーツ HAL を用いた機能改善治療効果の解析 - ダブルニーアクションの改善 - 2-8-22, 第 34 回日本整形外科学会基礎学術集会, 2019 年 10 月 17-18 日, 横浜

6. 江崎聖桜, 門根秀樹, 久保田茂希, 清水如代, 安部哲哉, 三浦紘世, 羽田康司, 國府田正雄, 山崎正志. 重度脊髄障害術後急性期・慢性期へのロボットスーツ HAL 介入後の歩容変化の解析. ダブルニーアクションの改善, 2P-1-1-11, 第 3 回日本リハビリテーション医学会秋季学術集会, 2019 年 11 月 15-17 日, 静岡

7. Kubota S, Kadone H, Shimizu Y, Hara Y, Yamazaki M. Robotic elbow flexion training with a newly developed upper limb single-joint Hybrid Assistive Limb (upper limb HAL-SJ) for elbow flexor reconstruction after brachial plexus injury. 14th International Federation of Societies for Surgery the Hand (IFSSH)

and 11th International Federation of Societies for Hand Therapy (IFSHT) , June 2019 , Berlin , Germany

8. Kubota S, Kadone H, Shimizu Y, Kubo T, Hara Y, Yamazaki M. Muscle activity during robotic elbow flexion training using a newly developed upper limb single-joint Hybrid Assistive Limb device for elbow flexor reconstruction after brachial plexus injury . The XXVII Congress of the International Society of Biomechanics (ISB), July 2019 , Calgary, Canada

9. Kubota S, Kadone H, Shimizu Y, Hara Y, Kubo T, Yoshioka T, Sugaya H, Hada Y, Yamazaki M. Feasibility study of robotic elbow flexion training using a newly developed upper limb single-joint hybrid assistive limb for elbow flexor reconstruction after brachial plexus injury . The 41st Annual Meeting of the Royal College of Orthopaedic Surgeons of Thailand (RCOST) ,October 2019 ,Pattaya , Thailand

10. Sandra Puentes, Hideki Kadone, Shigeki Kubota, Tetsuya Abe, Yukiyo Shimizu, Yasushi Hada, Aiki Marushima, Yoshiyuki Sankai, Kenji Suzuki, Masashi Yamazaki. Enhancement of Gait Coordination through Robotic Therapy in Myelopathy Patients with Residual Motor Disturbances after Decompression Surgery, 08-9, 13th International Society of Physical and Rehabilitation Medicine World Congress (ISPRM), Kobe, Japan, June 9-13, 2019.

11. Seioh Ezaki, Hideki Kadone, Shigeki Kubota, Yukiyo Shimizu, Tetsuya Abe, Kousei Miura, Yasushi Hada, Masao Koda, Masashi Yamazaki. Analysis of gait motion change by intervention using robot suit HAL in acute and chronic stage myelopathy patients after decompression surgery, P01, The 1st International Sport Neuroscience Conference (ISNC-IBRO), September 8-9, Tsukuba, Japan, 2019.

12. Seioh Ezaki, Hideki Kadone, Shigeki Kubota, Yukiyo Shimizu, Tetsuya Abe, Kousei Miura, Yasushi Hada, Masao Koda, Masashi Yamazaki. Analysis of gait motion change by intervention using robot suit Hybrid Assistive Limb in acute and chronic stage myelopathy patients after decompression surgery. The 41st Annual Meeting of the Royal College of Orthopaedic Surgeons of Thailand (RCOST), October 20-22, Pattaya, Thailand, 2019.

13. Tetsuya Abe, Shigeki Kubota, Hideki Kadone, Yukiyo Shimizu, Kousei Miura, Toru Funayama, Masao Koda, Masashi Yamazaki. Gait training with voluntary driven robotic device in the postoperative acute/subacute phase improves severe myelopathy due to ossification of the posterior longitudinal ligament in the thoracic spine. The 41st Annual Meeting of the Royal College of Orthopaedic Surgeons of Thailand (RCOST), October 20-22, Pattaya, Thailand, 2019.

14. Seioh Ezaki, Hideki Kadone, Shigeki

Kubota, Yukiyo Shimizu, Tetsuya Abe, Kousei Miura, Yasushi Hada, Massao Koda, Kenji Suzuki, Masashi Yamazaki.

Acquisition of double knee action by intervention using robot suit robot suit Hybrid Assisted Limb ® in acute and chronic stage myelopathy patients after decompression surgery, 2018, 14th

International Society of Physical and Rehabilitation Medicine World Congress (ISPRM), Orland, USA, March 4-9, 2020.

15. Miura K, Kadone H, Koda M, Yamazaki M.

Relationship between deterioration of spinal sagittal balance during walking and fat infiltration in back muscles in adult spinal deformity: A gait analysis using three-dimensional motion analysis.第4回中日友好脊椎外科研究会, (Tokyo, Japan), December, 2019

16. Miura K, Koda M, Nagashima K, Noguchi H, Funayama T, Abe T, Kawamoto H, Sankai Y, Yamazaki M. Exercise therapy using Hybrid Assistive Limb for lumbar support improves motor function in the elderly. 41st Annual Meeting of the Royal College of Orthopaedic Surgeons of Thailand, (Pattaya, Thailand), October, 2019.

17. Miura K, Kadone H, Shibao Y, Kumagai H, Nagashima K, Maraki K, Noguchi H, Funayama T, Abe T, Koda M, Yamazaki M. Thoracic kyphosis and pelvic anteversion increases during walking in patients with adult spinal deformity: analyses of dynamic alignment change with three-dimensional gait motion analysis system. 46th the International Society for the Study of the

Lumbar Spine Annual Meeting, (Kyoto, Japan), June, 2019.

18. Miura K Kadone H, Shibao Y, Kumagai H, Nagashima K, Maraki K, Noguchi H, Funayama T, Abe T, Koda M, Yamazaki M. Elucidation of dynamic spinal alignment change during walking in patients with dropped head syndrome using three-dimensional gait motion analysis. 10th Annual Meeting of the Cervical Spine Research Society Asia Pacific Section, (Yokohama, Japan), March, 2019

19. 三浦紘世, 安部哲哉, 柴尾洋介, 熊谷洋, 長島克弥, 俣木健太郎, 野口裕史, 船山徹, 國府田正雄, 山崎正志. 後頭骨頸椎後方手術後に嚙下障害を合併した超高齢者の1例. 第21回茨城脊椎脊髄研究会 (つくば), 11月, 2019.

20. 三浦紘世, 門根秀樹, 柴尾洋介, 熊谷洋, 長島克弥, 俣木健太郎, 野口裕史, 船山徹, 安部哲哉, 國府田正雄, 山崎正志. 首下がりに対する三次元歩行動作解析を用いたアライメントの動的評価. 第28回日本脊椎インストゥルメンテーション学会 (つくば), 11月, 2019.

21. 三浦紘世, 門根秀樹, 柴尾洋介, 熊谷洋, 長島克弥, 俣木健太郎, 野口裕史, 船山徹, 安部哲哉, 國府田正雄, 山崎正志. 成人脊柱変形における歩行による脊椎矢状面バランスの悪化と背筋群の脂肪浸潤との関係-三次元歩行動作解析を用いた歩行解析-. 第28回日本脊椎インストゥルメンテーション学会 (つくば), 11月, 2019.

22. 三浦紘世, 門根秀樹, 柴尾洋介, 熊谷洋, 長島克弥, 俣木健太郎, 野口裕史, 船山徹, 安部哲哉, 國府田正雄, 山崎正志. 脊柱変形

- に対する三次元歩行動作解析を用いた脊柱バランスの評価. 第46回日本臨床バイオメカニクス学会学術集会 (久留米), 11月, 2019.
23. 三浦紘世, 門根秀樹, 柴尾洋介, 熊谷洋, 長島克弥, 俣木健太郎, 野口裕史, 船山徹, 安部哲哉, 國府田正雄, 山崎正志. 成人脊柱変形では平地連続歩行により胸椎後弯と骨盤前傾が増加する- 三次元歩行動作解析を用いた動的な脊柱アライメントの解析 -. 第34回日本整形外科学会基礎学術集会 (横浜), 10月, 2019.
24. 三浦紘世, 門根秀樹, 柴尾洋介, 熊谷洋, 長島克弥, 俣木健太郎, 野口裕史, 船山徹, 安部哲哉, 國府田正雄, 山崎正志. 首下がり症候群に対する三次元歩行動作解析を用いたアライメントの動的評価. 第34回日本整形外科学会基礎学術集会 (横浜), 10月, 2019.
25. 三浦紘世, 門根秀樹, 野口裕史, 船山徹, 安部哲哉, 國府田正雄, 河本浩明, 山海嘉之, 山崎正志. 腰部支援用HALを用いた患者移乗模擬動作における腰部負荷軽減効果. 第34回日本整形外科学会基礎学術集会 (横浜), 10月, 2019.
26. 三浦紘世, 國府田正雄, 長島克弥, 野口裕史, 船山徹, 安部哲哉, 河本浩明, 山海嘉之, 山崎正志. ロコモティブシンドロームに対するHAL腰タイプを用いた運動療法の効果. 第34回日本整形外科学会基礎学術集会 (横浜), 10月, 2019.
27. 三浦紘世, 國府田正雄, 長島克弥, 野口裕史, 船山徹, 安部哲哉, 河本浩明, 山海嘉之, 山崎正志. ロコモティブシンドロームに対するHAL腰タイプを用いた運動療法の効果. 第27回日本腰痛学会 (神戸), 9月, 2019.
28. 三浦紘世, 門根秀樹, 長島克弥, 野口裕史, 船山徹, 安部哲哉, 國府田正雄, 遠藤寛興, 村上秀樹, 土井田稔, 河本浩明, 山海嘉之, 山崎正志. 様々な重作業における腰部支援用HALの腰部負荷軽減効果. 第27回日本腰痛学会 (神戸), 9月, 2019.
29. 三浦紘世, 長島克弥, 野口裕史, 船山徹, 安部哲哉, 國府田正雄, 山崎正志. 三次元動作解析を用いた歩行解析による首下がり症候群の脊柱バランスの評価. 第8回Japan Association of Spine Surgeons with Ambition [JASA] (横浜), 8月, 2019.
30. 三浦紘世, 門根秀樹, 柴尾洋介, 熊谷洋, 長島克弥, 俣木健太郎, 野口裕史, 船山徹, 安部哲哉, 國府田正雄, 山崎正志. 首下がりに対する三次元歩行動作解析を用いたアライメントの動的評価. 第92回日本整形外科学会 (神奈川), 5月, 2019.
31. 三浦紘世, 門根秀樹, 柴尾洋介, 熊谷洋, 長島克弥, 俣木健太郎, 野口裕史, 船山徹, 安部哲哉, 國府田正雄, 山崎正志. 成人脊柱変形に対する三次元歩行動作解析を用いた全脊柱アライメントの動的評価. 第92回日本整形外科学会 (神奈川), 5月, 2019.
32. 三浦紘世, 門根秀樹, 柴尾洋介, 熊谷洋, 長島克弥, 俣木健太郎, 野口裕史, 船山徹, 安部哲哉, 國府田正雄, 山崎正志. 成人脊柱変形に対する三次元歩行動作解析を用いた全脊柱アライメントの動的評価. 第48回日本脊椎脊髄病学会学術集会 (神奈川), 4月, 2019.
33. 三浦紘世, 門根秀樹, 柴尾洋介, 熊谷洋, 長島克弥, 俣木健太郎, 野口裕史, 船山徹, 安部哲哉, 國府田正雄, 山崎正志. 首下がりに対する三次元歩行動作解析を用いたアライメントの動的評価. 第48回日本脊椎脊髄病学会学術集会 (神奈川), 4月, 2019.
34. 三浦紘世, 門根秀樹, 柴尾洋介, 熊谷洋,

長島克弥，俣木健太郎，野口裕史，船山徹，安部哲哉，國府田正雄，山崎正志.腰部支援用HALを用いた重量物挙上反復動作における腰部負荷軽減効果.第48回日本脊椎脊髄病学会学術集会（神奈川），4月，2019.

35.三浦紘世，門根秀樹，柴尾洋介，熊谷洋，長島克弥，俣木健太郎，野口裕史，船山徹，安部哲哉，國府田正雄，山崎正志.腰部支援用HALを用いた患者移乗模擬動作における腰部負荷軽減効果.第48回日本脊椎脊髄病学会学術集会（神奈川），4月，2019.

36.三浦紘世，久保田茂希，松井彩乃，安部哲哉，門根秀樹，清水如代，野口裕史，船山徹，國府田正雄，山崎正志.ロボットスーツHALを用いた歩行訓練による首下がり症候群の改善.第9回日本成人脊柱変形学会（東京），3月，2019.

37.三浦紘世，門根秀樹，熊谷洋，長島克弥，俣木健太郎，野口裕史，船山徹，安部哲哉，國府田正雄，山崎正志.三次元動作解析による首下がり症候群における脊柱アライメントの連続歩行時の動的変化.第9回日本成人脊柱変形学会（東京），3月，2019.

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