



GAITSOLUTION

短下肢装具 ゲイトソリューション デザイン

Design

「GAIT (ゲイト) ; 歩行」 「SOLUTION (ソリューション) ; 問題解決」 歩きやすさを追求した短下肢装具



GAITSOLUTION Design

CONTENTS

ゲイトソリューション デザイン

1. GaitSolution Designとは	2
2. GSDの特性	2
3. GSDの構造	3
4. GSはなぜ歩きやすいか	5
5. GSの機能調節	8
6. GSを使用した歩行練習の効果	11
7. よくあるご質問	12
8. 文献	13

1. GaitSolution Design とは

GaitSolution (GS) は、のべ100名以上の片麻痺者の歩行分析の結果より明らかになった短下肢装具に必要な機能をもつ「歩きやすさを追求した」装具です。

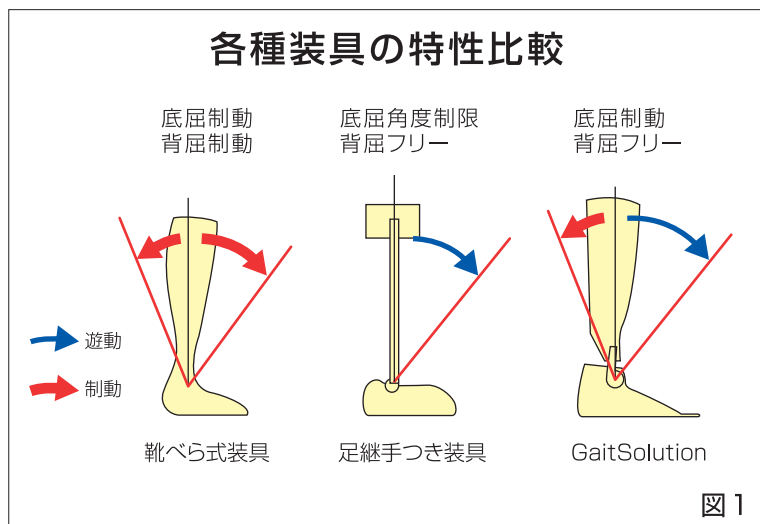
GaitSolution Design (GSD) はGSがもつ優れた歩行補助の機能とともに、従来の装具で問題となっているデザインを改良し、靴のはきやすさ、着脱のしやすさを実現しました。



2. GSDの特性

従来の装具と比較したGSDの特性を示します。現在もっとも数多く使用されている靴べら式装具はある角度から足関節が底屈したときも背屈したときももとに戻ろうとする制動力(ブレーキ)を発生します。制動力の強さは材料の厚さやトリミングで調節しますが、後戻りがきかず実際には微妙な調節はむずかしいとされています。多くの足継手つき装具では足関節の底屈をとめて背屈方向には自由に動く構造となっています。継手部分の調節により底屈をとめる角度は調節可能です。これらに対してGSDでは、足関節がある角度から底屈したときに制動力を発生し背屈方向には自由に動く構造です。さらに制動力の強さと制動力が効き始める角度を調節することができます。GSDのもつ底屈制動に対する微妙な調節こそが、歩きやすさの実現を可能にしています。(図1)

本マニュアルでは継手の動きをある角度で止めることを「制限」、ブレーキをかけながら動くことを「制動」と表現しています。



G A I T S O L U T I O N D e s i g n

3. GSDの構造

①チタンフレーム

GSDは、フレームに軽くて丈夫なチタンを採用することにより、軽さと強さを実現しました。従来のプラスチック装具のように装具自体の変形が起らないため、油圧ダンパーの力を直接下肢に伝えることができます。

②リアエントリー(図2)

フレームを前に倒して装具の後ろから足を入れることにより、足を持ち上げずに装着することができます。装着時にフレームが前方に倒れるのを防ぐ工夫がされているため、片手でのベルト装着が容易です。



図2

③小さい足部

足部の形状を必要最低限度とすることにより、装具の上からいろいろな靴を履くことができます。今までの装具のように1サイズ大きな靴を選ぶ必要はなくなりました。

④水分分散パットの使用(図3)

体にふれる部分に通気性に優れた水分分散パットを使用することにより、快適な装着感が得られます。下腿部のベルトは下肢の形状に合わせて切ってそのまま使用することができます。



図3

⑤小型油圧ダンパー(図4)

足継手に内蔵されている小型の油圧ダンパーは、歩行時の足関節の動きに対応して制動力を発生し底屈の動きにブレーキをかけます。制動力の強さはダンパー上部のねじの回転によって調節可能です。調節の際にはダンパー上部の目盛りを参考にしてください。目盛りの「1」がもっとも弱い状態、「4」が強い状態を示します。調節は連続で行えますので、1.8や2.5といった調節が可能です。使用される方の歩行を観察しながら適切な強さを選択してください。底屈に対するブレーキは歩行時の衝撃吸収とともに麻痺側への荷重を促し、なめらかな歩行を実現します。



図4

⑥足関節角度調節機構(図5)

足継手部品品の交換により、油圧ダンパーの制動力が効き始める角度を調節することができます。この角度は従来の装具での足関節初期角度に相当します。通常は中立位(0度)の設定ですが、このほかに背屈5度の部品が用意されています。

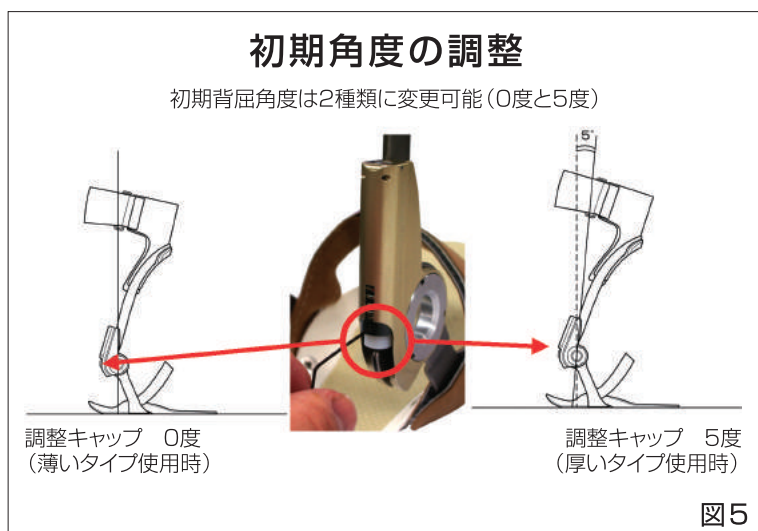


図5

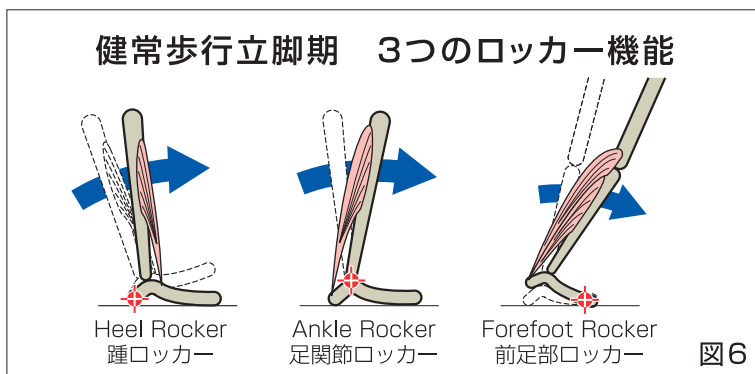
⑦3色のカラー

GSDには落ち着いた配色のスタンダード、洗練された配色のアーバン、アクティブな配色のスポーツの、3色のカラーバリエーションがあります。

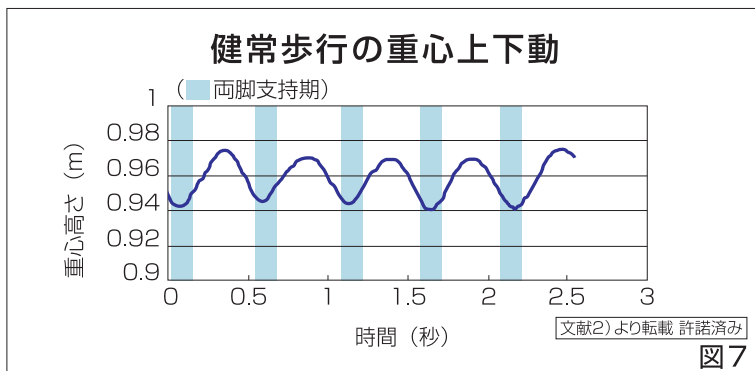
(※表紙写真をご覧ください)

4. GSはなぜ歩きやすいか

片麻痺者は歩行時の立脚後期につま先が床から離れにくく、遊脚期にトウクリアランスをとることがむずかしいため、従来の装具はこの点を補助することを目的に使用されてきました。これに対してGSは立脚期の補助を第一の目的として開発された装具です。立脚期を改善することにより、遊脚期を含めた歩行全体を改善することができます。



健常歩行の立脚期に身体は接地している足を中心に前方に回転していきます。このとき回転の中心は立脚初期の踵、中期の足関節、後期の前足部と順に移動していきます。このような回転は、ロッキングチェアの動きに似ているため歩行時のロッカー機能とよばれています¹⁾。(図6)



これら3つのロッカー機能により、歩行中の重心は単脚支持期で高く両脚支持期で低くなるサインカーブのような動きを示します²⁾。サインカーブ様の重心の動きは重力を利用した効率的な歩行を可能にします。(図7)

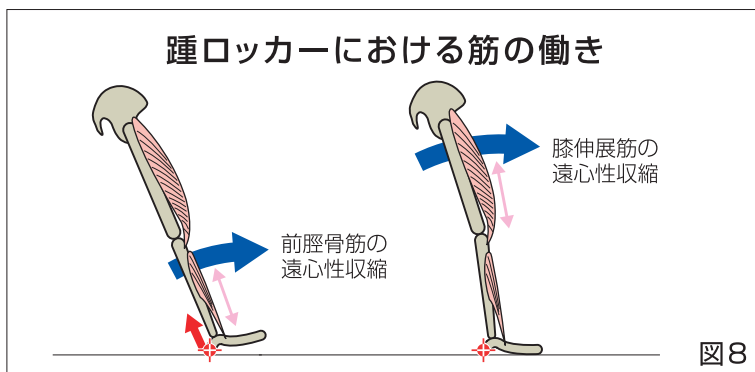
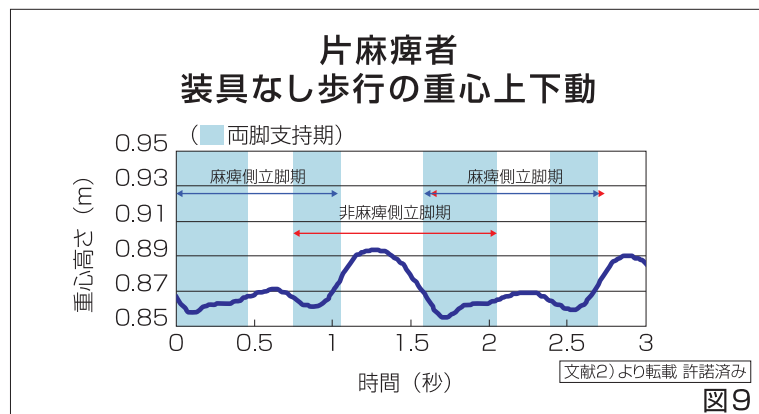


図8に立脚初期の踵ロッカーにおける筋の働きを示します。踵接地によって踵に生じた床反力は足部を底屈する方向に働きます。このとき前脛骨筋などの足関節背屈筋群が遠心性収縮によって底屈にブレーキをかけながら下腿部を前方に引き出します。同時に膝関節伸展筋群も遠心性に収縮して大腿部を前方に引き出します。これらの筋の活動により、足底接地に向けて身体は前上方へと回転してきます¹⁾。



片麻痺者の歩行では麻痺側の踵接地が困難であり、足関節背屈筋群と膝関節伸展筋群の不十分な活動により踵ロッカーでの身体の前方向回転が得られません。図9に片麻痺者の装具なし歩行での重心の上下動を示します²⁾。麻痺側接地の両脚支持期の時間が長く、立脚中期に重心が上昇しないことがわかります。(図9)

片麻痺者の装具歩行の分析により、短下肢装具の目的は踵ロッカーにおける足関節背屈筋群の遠心性収縮の補助であることがわかりました³⁾。装具によって踵ロッカーでの足関節底屈のブレーキと下腿部の引き出しを行うことにより、麻痺側への荷重が容易となり、身体の前方向回転が得られるようになります。

GSでは立脚中期以降の足関節背屈に対してブレーキをかける足関節ロッカーの補助を行っていません。このことから、GSは踵接地が可能で底屈制動の補助により重心を前方に回転させることができる症例に適していると考えられます。

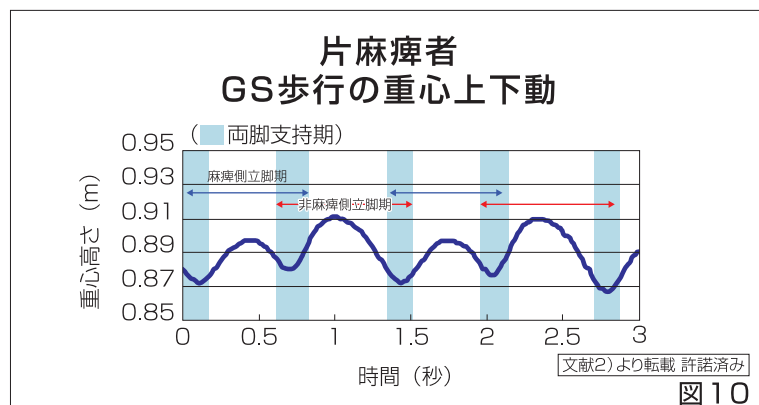
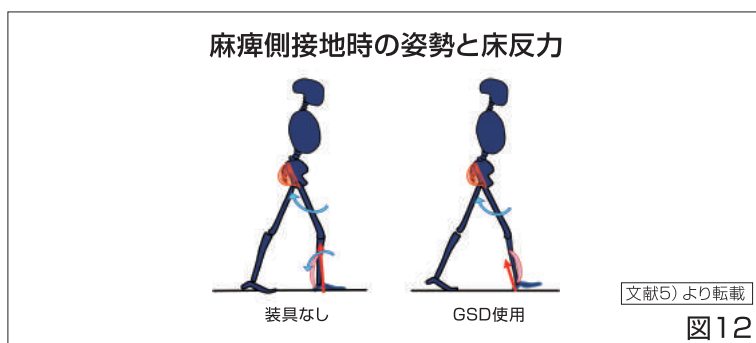
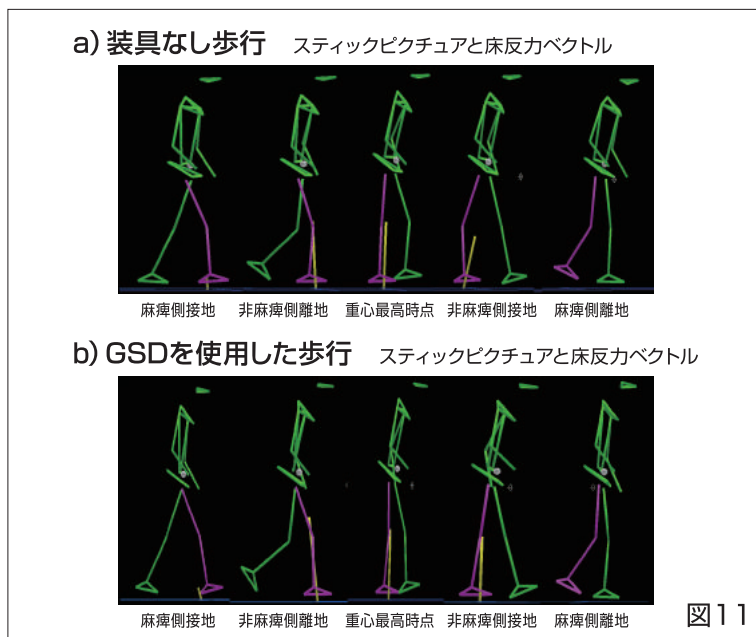


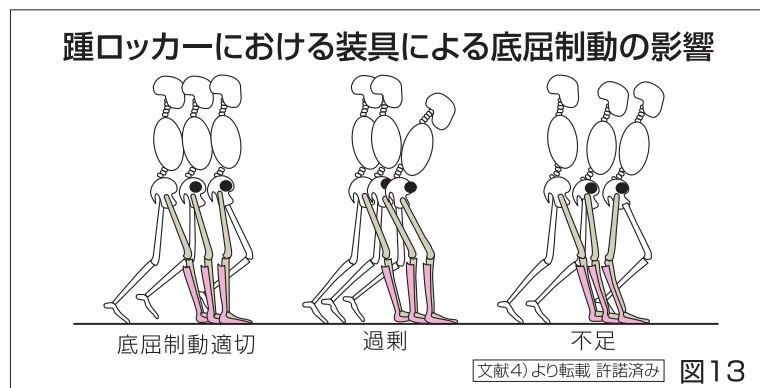
図10は図9と同じ方のGS歩行における重心の上下動です²⁾。GS歩行では重心が麻痺側立脚期にも上昇してサインカーブに近い動きを示していることがわかります。

GSは重心の動きだけでなく麻痺側接地時のアライメントの改善により、立脚期後半の身体の動きを改善することができます。立脚期後半に膝が過伸展する症例の歩行を対象にGSによる膝過伸展が軽減するメカニズムを示します⁵⁾。

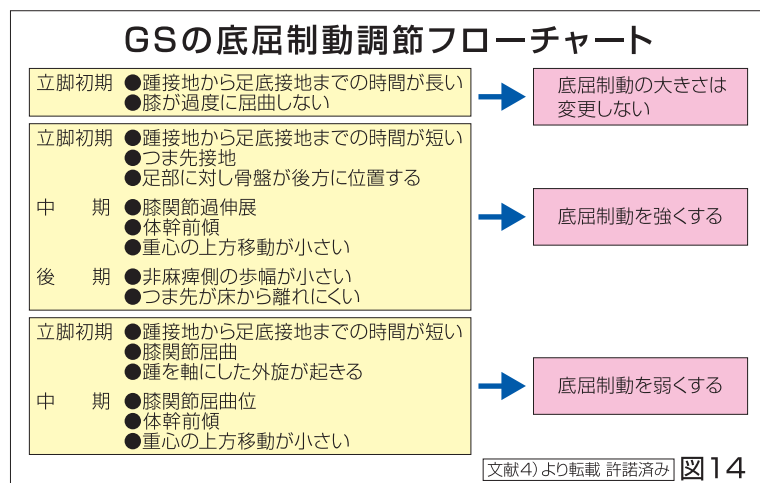


症例は75歳男性、脳出血による左片麻痺（下肢Brunnstrom StageⅣ）、屋内外歩行自立、発症から23年ですが、計測時まで他の装具を含めて歩行補助具は使用していませんでした。装具を使用しない歩行では立脚中期から後期にかけて顕著な膝の過伸展が見られました（図11a）。症例は計測時に初めてGSを使用しましたが、GSの使用により歩行速度が増加し、立脚後期の膝過伸展が軽減しました（図11b）。GSの有無による歩行を比較した結果、麻痺側接地時の下腿角度と接地直後の足関節モーメントに明らかな違いが見られました（図12）。装具なし歩行では下腿がほぼ鉛直で全足底で接地し、床反力ベクトルが足関節前方を通ることから接地直後から足関節底屈モーメントが発生していました。GSを使用した歩行では下腿後傾で踵から接地し、床反力作用点を踵に留めることでわずかな背屈モーメントの発生が見られました。立脚中期以降の膝過伸展の原因を考察すると、装具なしの歩行では接地直後の下腿三頭筋の活動によって下腿が後方に引かれ、腰がひけた姿勢による股関節伸張筋の活動とあいまって立脚中期に膝過伸展が起きると考えられます。GSを使用すると、接地時に床反力作用点を踵に留めることによって早すぎる底屈筋の活動を抑えることができ、膝過伸展が軽減したと考えられます。

5. GSの機能調節



GSでは油圧ダンパーによる制動力で踵ロッカーの底屈制動を実現しています。制動の強さは重要で、使用者の歩容を見ながら調節する必要があります。底屈制動が適切な場合は麻痺側接地時に体幹がより直立に近づき、重心が前上方に移動しやすくなります。制動が過剰な場合には足部の動きにつれて膝が前に押し出され、その代償として体幹の前傾や骨盤の後方回旋などが見られることがあります。使用者は「装具が硬い、後ろから押される」と感じ、後ろから押されることを嫌って腰を引いて歩行することもあります。足関節の底屈をとめた装具でも同じ現象が起きます。反対に底屈制動が不足する場合には足部の動きにつれて下腿部を引き出すことができないため、膝が後ろに残って過伸展の状態となります。このときも体幹の前傾など代償が見られる場合があります。使用者は「装具が軟らかすぎる、履いていないのと同じような感じ」を受けます。(図13)



底屈制動の調節は、麻痺側立脚期の膝関節と体幹の動きを中心に身体全体の動きを見ながら行ってください。調節の際には使用者の意見も重要です。参考までに図14に調節のフローチャートを示します。GSの使い始めの時期には適切な制動の強さが変化しますので、1,2週間おきに確認することをお勧めします。特に回復期の使用者では歩容の変化に注意して頻繁に調節を行ってください。

GSでは足関節初期角度も調節することができます。初期角度は麻痺側の接地と離地の状態を見ながら調節してください。

GSの制動の強さには特有の性質があります。GSの制動力は油圧ダンパーの抗力(動きに対して抵抗する力)です。油圧ダンパーの抗力は粘性抵抗とよばれるもので、速い動きに対して大きく、ゆっくりした動きに対して小さい力となります。これをGSの制動の強さとして考えた場合、踵から接地した速い踏み込みでは大きな制動力が発生しますが、ゆっくりとした動きでは制動力が小さいため踵接地から徐々に底屈してしまいます。このような動きを避けるために、GS使用時の麻痺側接地時にはできるだけ膝を伸ばして踵から接地し速い動きで踏み込むことを促してください。このとき、麻痺側を出す歩幅を大きくし過ぎると重心が下がり過ぎて麻痺側への荷重移動がむずかしくなるため、最初はやや短い歩幅で動きを確認するようにしてください。速い踏み込みをとまなう歩行練習のためには、GSの油圧抗力の大きさをリアルタイムで確認することができるGaitJudge(ゲイトジャッジ)システムの使用をお勧めします。

6. GSを使用した歩行練習の効果

GSは麻痺側接地時の背屈筋の遠心性収縮の補助により下腿を前方に引き出すことで立脚中期に向けて重心を持ち上げる効果があります。しかし、この動きを股関節や骨盤・体幹の動きにつなげ、さらに立脚中期から後期にかけて効率のよい歩行につなげるためには、GSを使用した歩行練習が重要です。

8名の維持期の片麻痺者を対象にGSを使用した3週間の練習前後の歩行を調べました^{6,7)}。対象者は外来でリハビリテーションを受けている片麻痺者です。3週間の間、GSの日常使用とともに週に1～3回の理学療法士によるGSを使用した歩行練習を行っていただきました。歩行練習では「できるだけ膝を伸ばして踵から接地するようにしてください」という指示を出しました。歩行練習前後の装具なし歩行とGSを使用した歩行を計測して比較しました。代表例の足関節モーメントについて、練習前の装具なし歩行、練習前のGSを使用した歩行、練習後のGSを使用した歩行の結果を図15に示します。片麻痺者の歩行の特徴として立脚後期の底屈モーメントの減少があるといわれているため、この点に着目して結果をみてみます。立脚後期の底屈モーメント最大値は、練習前の装具なし歩行では一歩ごとのばらつきが大きく平均して18.1Nmです。GSを履いた直後の結果もばらつきが大きく、平均で28.3Nm、これが練習後にはばらつきが小さくなって平均値が44.8Nmとなりました。GSは立脚後期の底屈モーメントの補助は行っていないため、この結果は立脚初期の改善によって立脚中期以降の対象者の筋活動が変わる可能性を示しています。

図16は8名の対象者の結果について有意差があった項目（歩行速度、足関節底屈モーメント最大値、前遊脚期時間）の結果です。前遊脚期時間は麻痺側立脚後期に非麻痺側が接地してから麻痺側が離れるまでの時間で、短いほど麻痺側が床から離れやすいことを示します。いずれの項目もGSの使用によって改善し、さらにGS使用時だけでなく装具なし歩行も改善することがわかります。このことから、GSの効果は即時的な効果だけでなく歩行練習による効果が大きいことが明らかになりました。

代表例の足関節モーメント

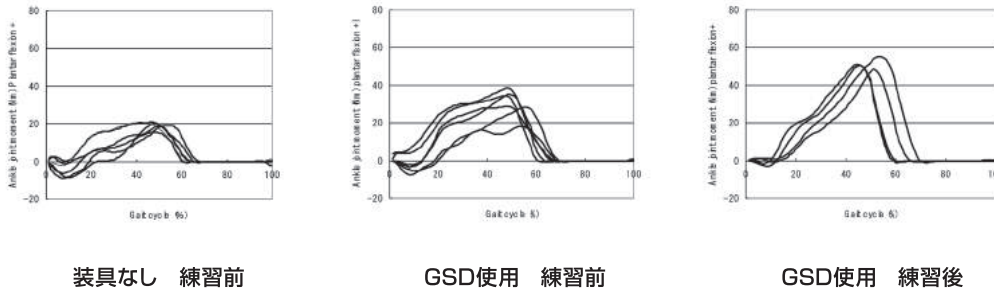


図15

GSD歩行練習前後の比較

図をわかりやすくするために平均±SDで示しましたが統計検定はノンパラメトリックを使用しています。

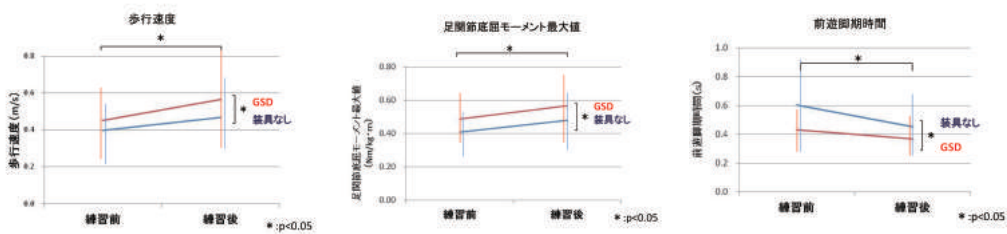


図16

7. よくあるご質問

以下にGSおよびGSDに関してよくあるご質問と回答を示します。

Q：GSはBr.StageVくらいの歩行能力が高い方のための装具ですか。

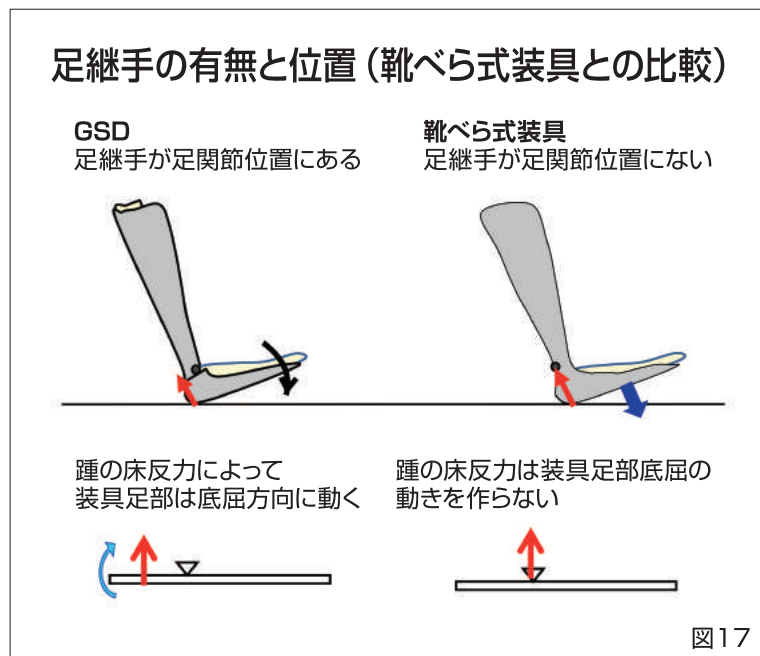
A：GSのもつ底屈制動の機能は二足歩行の基本です。底屈制動の機能そのものはどのような方にも必要と考えます。特に坂道の下りなど、足関節の底屈可動域が大きく必要な場合には他の装具と比較してGSの歩きやすさがわかりやすいでしょう。しかし、背屈方向の動きに対して制動がかからないGSの構造は、歩行時の底屈筋の活動が弱く膝折れをする方にとっては不安定になる可能性があります。このような場合は金属支柱型装具で内側の継手に背屈ストッパを入れるなどの工夫が必要です。また、デザインタイプのGSDは靴の履きやすさを重視して、装具の足部が小さく作られているため、内反を抑える力は弱い構造です。GSD以外にもプラスチック型、金属支柱型の装具にGS足継手を組み込む方法もありますので、内反が強い方の場合は検討してください。

Q：GSDを屋内の靴を脱いだ状態でも使いたいのですが、どうしたらよいでしょう。

A：GSDは靴を履いて使用することを前提として開発されました。したがって、屋内でのGSD単独の使用はお勧めできません。GSD屋外で使用していただき、屋内でGSDを使用される際は、GSDの上からGait Fix (GSDに適したルームシューズ) を履かれるか、他の装具などで対応してください。



Q：GSの特徴である底屈制動は、靴べら式装具でも同じではないですか。



A： たしかに靴べら式装具は底屈方向に動く装具です。しかし、歩行中の踵接地を考えると、GSと靴べら式装具では違う動きをすることがわかります(図17)。踵接地時には踵に床反力が発生します。装具の足継手をてこの軸として考えると、GSのように足関節部分に足継手がある構造では、床反力は足継手の後方を通るため装具の足部を下方に回転させます。これは通常の身体足部と同じ動きです。一方、靴べら式装具には足継手がありませんが、底屈時にはアキレス腱後方の部分を回転軸として変形します。この場合には床反力はてこの軸となる回転中心の近くを通るようになります。てこの軸にかかる力はてこの回転を生み出しません。靴べら式装具を履いて踵接地した際に装具が底屈するためには、身体の足底が装具足部を下方に押すこととなります。この動きは底屈筋の活動をともないますが、図12で示したように立脚初期に底屈筋が活動することは不自然な動きにつながります。このように、足継手がない靴べら式装具はGSが目指す踵ロッカーの動きを作りだすには不利な構造になっているのです。

8. 文献

引用文献

- 1) Perry J, Burnfield JM: Basic functions. Chap 3. Gait analysis -Normal and pathological function. 2nd ed, Slack, Thorofare, 19-47., 2010.
- 2) 山本澄子 江原義弘 他: ボディダイナミクス入門、片麻痺者の歩行と短下肢装具、医歯薬出版、2005.
- 3) 山本澄子 海老名政彦 他: 片麻痺者の歩行の連続計測—短下肢装具の矯正モーメントの影響を中心として—、バイオメカニズム 11、東京大学出版会、319-332、1992.
- 4) 山本澄子 月城慶一: 歩行分析による義肢装具の適応・調節の評価、総合リハビリテーション、34(2)、130-140、2006.
- 5) 山本澄子: 歩行障害のバイオメカニクス、理学療法学、42(8) 第50回理学療法学会大会講演集、2015.
- 6) Yamamoto S, Fuchi M, Yasui T.: Change of rocker function in the gait of stroke patients using an ankle foot orthosis with an oil damper: immediate changes and the short-term effects, Prosthetics and Orhtotics International, 35(4), 350-359, 2011.
- 7) Yamamoto S, Ibayashi S, Fuchi M, Yasui T: Immediate-term effects of use of an ankle-foot orthosis with an oil damper on the gait of stroke patients when walking without the device, Prosthetics and Orhtotics International, 39(2), 140-149, 2015.

参考文献

- 山本澄子 萩原章由 他: 油圧を利用した短下肢装具の開発、日本義肢装具学会誌、18(4)、301-308、1994.
- 山本澄子: 油圧を利用した短下肢装具の開発、リハビリテーション医学、39(11)、694-699、2002.
- 山本澄子: 油圧ダンパーを使用した片麻痺者のための短下肢装具の開発、装具リハビリテーション、34(2)、323-328、2003.
- 山本澄子: 装具歩行のバイオメカニクス、下肢装具のバイオメカニクス—片麻痺者歩行と装具の基礎力学、日本義肢装具学会編、医歯薬出版、1996.

G A I T S O L U T I O N D e s i g n

カラーバリエーション

●スタンダード



	左・右	左	右
品番	組立済み	69500001	69500002
	組立キット	69500101	69500102

レンタル料:3ヶ月¥14,000(税抜)
レンタルはスタンダードのみです。
医療機関向けレンタルサービスです。

●アーバン



	左・右	左	右
品番	組立済み	69500003	69500004
	組立キット	69500103	69500104

●スポーツ



	左・右	左	右
品番	組立済み	69500005	69500006
	組立キット	69500105	69500106

スペック

GAITSOLUTION Design

ゲイトソリューション デザイン

機能

- ・制動範囲：中立位から底屈方向に15度
背屈方向の動きに対しては制動無し
- ・制動力調整範囲：2Nm～20Nmまで無段階調整
- ・初期角度範囲：パーツ交換により0度、底屈5度の2種選択可能
- ・重さ：370g

適応サイズ目安

- ・身長：155～170cm
 - ・足長：230mm～260mm ※1
- ※1 過度の変形がある場合、もしくは本寸法以外の場合は、ゲイトソリューションプラスチックタイプ、もしくは金属支柱タイプを使用しオーダーで製作してください。

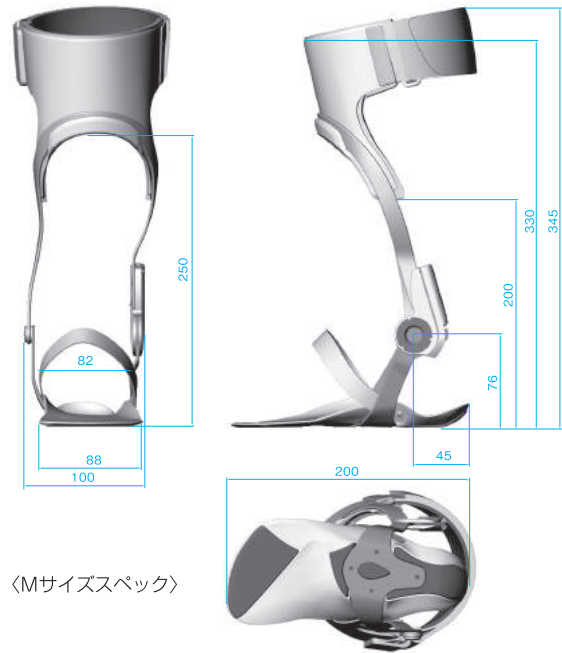
適応

- ・片麻痺、腓骨神経麻痺 等
- ・制限体重：70kg

禁忌条件

- ・著明な痙性や変形に対して装具による矯正力を必要とする場合
- ・著明な感覚障がいがある
- ・過度の反張膝がある

※装具の選定は、技術資料をごらんの上、医師の指示のもとセラピストもしくは義肢装具士が行ってください。



(Mサイズスペック)

ゲイトソリューションデザインについて

ゲイトソリューションデザインは個々のお客さま毎に、医師の処方に基づき、義肢装具士が個別に装具として完成させます。ゲイトソリューションデザインのお求めについては医師又は義肢装具士にご相談ください。

●完成用部品価格



油圧ユニット
¥66,000
(足継手 B制御式・補助付・1-方向・川村義肢6950021-SIZE)



あぶみ
¥15,900
(あぶみ C歩行あぶみ・川村義肢6950022-SIZE)

※上記製品につきましては、医師の処方に基づき資格を有した義肢装具士により適合納品されます。

※本製品は、国際医療福祉大学教授 山本澄子先生のご指導のもと、川村義肢株式会社が開発を担当した商品です。(特許第4156909号)

k パシフィックサプライ株式会社

●本 社 TEL.072-875-8008 FAX.072-875-8010
〒574-0064 大阪府大東市御領1-12-1

●東京本社 TEL.03-5635-5015 FAX.03-5635-5016
〒136-0073 東京都江東区北砂1-19-9

●札幌営業所 TEL.011-218-5801 FAX.011-218-5805
●仙台営業所 TEL.022-227-1820 FAX.022-227-1821
●東京営業所 TEL.03-5635-5015 FAX.03-5635-5016
●名古屋営業所 TEL.0568-34-2696 FAX.0568-34-2697
●大阪営業所 TEL.072-875-8011 FAX.072-875-8015
●広島営業所 TEL.082-293-6255 FAX.082-293-6299
●福岡営業所 TEL.092-641-8151 FAX.092-641-0444

<https://www.p-supply.co.jp/>

パシフィックサプライ 検索