

「抵抗力 vs 負荷バランス」を理解する

— 受傷分析、リハビリ後の復帰、再発防止に関してカギとなる

土屋潤二 TSUCHIYA Junji

一般社団法人日本オランダ徒手療法協会代表理事

リハビリテーションや施術に関して、次から次へと新しい情報が出てくる一方で、変わらない原理原則があります。また、参考書に出てくる内容が机上の理論だとして使えないと忘れ去られた理論も、考え方一つで、結果を引き出すカギとなる大事な理論があります。この連載では、体系的技能である「オランダ徒手療法」が考える、結果を出すための理論を紹介していきます。連載を終えたときに、紹介した理論をもって日々の臨床場面で応用していることを目的としています。ヒントは現場に落ちています。

「負荷」と「抵抗力」

疲労骨折や片脚着地時の膝関節過伸展による十字靭帯断裂…など外部から受ける大きな負荷が局所の組織破壊を引き起こしている一方で、受傷後のリハビリを終えスポーツ場面に復帰すると再受傷してしまう場合があります。いずれのケースも、局所に加わる「負荷」やそれを受け止める「抵抗力」が考えるカギとなります。以下、T：土屋潤二、S：生徒で示し、対話形式で、オランダ徒手療法の考え方を示していきます。

アライメントと局所の負荷

T：では、まず抵抗力の話をしましょう。その前に、膝に注目して、たとえば、膝を曲げたときや着地時に少しユラッと揺れることがあっても、膝関節のまわりにある靭帯や関節包など軟部組織自体に適度な張力があるので、アライメントが整った下肢で

あれば、基本的には姿勢を維持できます。また、そのような動的なきれいなアライメントであれば、局所で疼痛が出現したりすることはないですね。では、アライメントがすごく崩れてしまっている場合、たとえばO脚の場合は、膝の内側ではどんなことが起こっているのでしょうか？

S：内側では…圧迫される？

T：何が圧迫されますか？

S：えっと…半月板？

T：そう！ 半月板や関節表面にある軟骨などは関節包内にあります。骨と骨とに挟まれる組織ですから、挟まれて圧迫されますね。それでは、内側の骨まわりの関節包はどうなりますか？

S：距離が近づくと緩む？

T：正解！ 距離が縮まりますので、ゆるゆるになってしまいますね。では、外側はどのようになっているのでしょうか？

S：内側とは反対に、外側では関節包が伸ばされていて、関節のすき間が広がり、そこでは圧迫がない状態ですか？

T：そうですね。関節包はものすごく伸ばされていて、関節間はスペースが広がっていますね。

では、このような状態（図1）が常にあったとしたら、内側にはどのような影響があるのでしょうか？

S：半月板には圧縮ストレスがかかります。

T：それはいいことですか？

S：よくないです。

T：よくないですね。関節内は毛細血管による血液供給は少ない組織環境です。そういった環境では、細胞まわりに酸素と栄養を供給するには、細胞と細胞との間に存

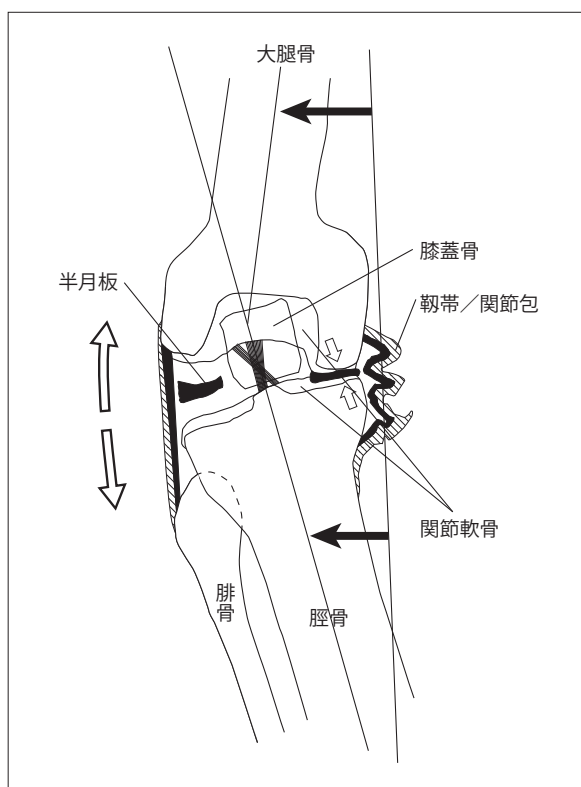


図1 崩れたアライメントと圧縮・減圧ストレス

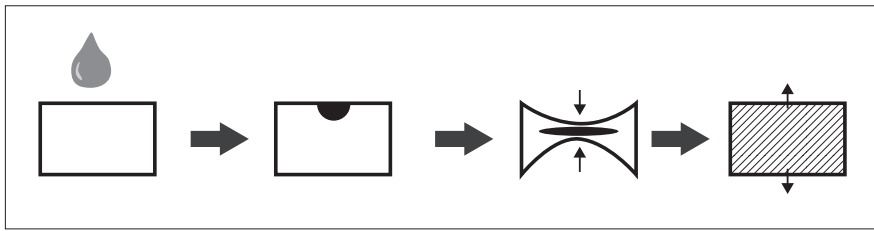


図2 スポンジ効果

在する間質液を、何とかして、よく循環させる必要があります。

循環をよくするスポンジ効果

T：間質液自体を流動させるには「スポンジ効果」（図2）を利用します。

想像してください。スポンジに数滴落した洗剤は、そのままではスポンジ全体に洗剤が広がることはありません。そこでみなさんが無意識にすることは、スポンジ全体になじませるために、スポンジを何度かモミモミしませんか？ そうすることで、スポンジの空間全体に洗剤が広がります。

細胞まわりの間質液も流動させるには、原理は同じです。大切なことは、必ず「圧縮 ↑」と「減圧 ↓」というものがなければいけません。実は、この「スポンジ効果」はカラダを動かせば必ず、局所で圧迫や伸張による「圧縮 ↑」・緊張がなくなる「減圧 ↓」とが交互に行われ、自動で間質液が動いてくれます。軟骨や靭帯、腱、半月板…など毛細血管の発達していない局所での循環には、運動をすることにより間質液を動かす「スポンジ効果」が必要不可欠なのです。

動けば、どんどん間質液の循環はよくなっていくのだけれども、寝たままで、動かないどころか圧縮しっぱなしの間質液循環不良が長期間続くと組織が一部壊死し、いわゆる「床ずれ」になります。「床ずれ」は「スポンジ効果」が効かなかった例です。

S：「床ずれ」以外にも、スポンジ効果が悪かったことによる症例はありますか？

T：たとえば、お皿（膝蓋骨）が痛いというケースでよくある原因を思い浮かべてみ

てください。もし過度のトレーニングなどで大腿四頭筋の緊張が高く、柔軟性も低くなってしまったら、膝の屈曲時に、短く硬い大腿四頭筋にお皿（膝蓋骨）が引っ張られてしまいますね。結果として、膝蓋骨が大腿骨に押しつけられてしまいます。膝関節の軽度の屈曲時であれば通常、押しつけられてしまう力は少し大した力ではないのですが、たとえ押しつけられたとしても、普段なら膝蓋骨の裏の軟骨が十分に厚いため痛みが生じることはありません。軟骨には痛覚の感覚神経がほとんどないから痛くないのです。ですが、ずっと圧迫されていることで循環が悪くなり、軟骨と水との結合が減少してしまい、軟骨が薄くなっていきます。

そういう状況では、クッションとして圧力の力を受けていた軟骨が要をなさなくなり、圧力の力が直接、関節表面の骨を刺激します。骨の表面には、軟骨とは反対に感覚神経の痛覚がたくさんあるため、力の刺激は痛みを生み出してしまいます。

S：それをチェックする方法／検査法はありますか？

T：膝蓋骨裏の軟骨が薄くなってきているかのテストとして、膝蓋骨を横に寄せて直接裏（＝関節表面の軟骨）を触ってみたり、膝蓋骨を圧迫しながら大腿四頭筋に力を入れ、圧迫した膝蓋骨を動かし刺激してみたりというテスト（図3）をすると、薄くなっている場合はものすごく強い痛みを再現できますね。

要するに、組織に対して長時間の圧力がかかっていると、圧力を受けている組織では循環環境が制約され、長期間の酸素や栄養が不十分な環境下により、細胞の活性化

が落ちるだけではなくタンパク合成ができず、組織が萎縮し、脆くなってしま…ということですよ！ この状態では、何かしらの障害が生じてしまうリスクは高くなりますね。

アライメントと時間

T：さて、O脚の膝の外側ではどのような影響が出るのでしょうか？

S：外側は、関節内には圧縮ストレスがないです…

T：圧縮ストレスがないので、関節内はスペースができていてよさそうですね。では、関節包や靭帯などはどんな状態、あるいは何かストレスがかかっているのでしょうか？ 常に引っ張られ続けていますよ…

S：常に引っ張られ続けているので…圧縮のときと同じで、間質液自体には圧力が加わりっぱなしになり、圧縮と減圧との差で得られるスポンジ効果は低くなりますね。だから、細胞まわりの間質液循環がよくない状態になっている？

T：そうですね。ずっと引っ張られていても問題になりますね。普段はアライメントが整っているものが、股関節や足関節の問題で、急に、短時間で普段と違うアライメントになってしまった場合は、外側の軟部組織が伸長されて障害を生じてしまいます。

では、O脚の人は問題でしょうか？ 何年、何十年もかけて徐々に徐々にO脚になった場合を考えてみましょう。そういった人たちは何の問題を訴えているのでしょうか？

S：臨床の場面では、あまり痛みの訴えがないような…。むしろ見た目というか、美容的な問題を抱えている女性がいるぐらいです。医療的に訴えることは希だと思います。

T：そうですね。訴えないですよ。あるいは逆の場合も同様です。X脚の場合でも、長い時間をかけて徐々にX脚になった場合でも痛みを訴えません。

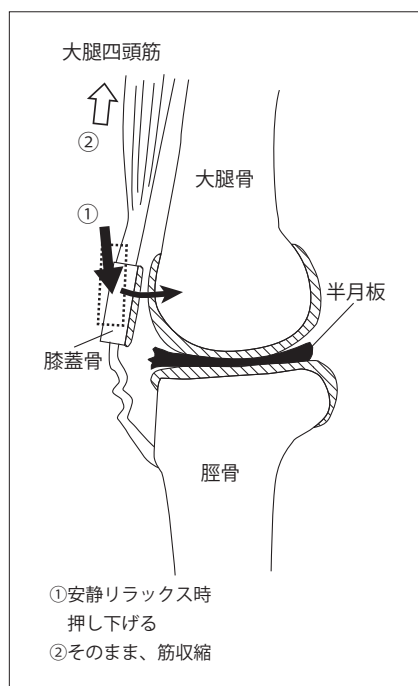


図3 膝蓋骨の関節表面の軟骨ストレステスト

では、なぜ訴える人と訴えない人が出てくるのでしょうか？ 某サッカー選手はすぐ内股で走りますけど、痛みを訴えませんが…（笑）。二十何年間もその走り方をしているのに。

S：疼痛の閾値が変わっているか…。

T：痛みが出るときは、どういうときに出るのでしょうか？ どうしたら「アライメントがおかしい」と言えますか？

S：軟骨が薄くなって…。

T：では、成長に伴って徐々にだったらどうでしょうか？ OKでしょうか？

S：徐々にでも問題が…。

T：では、街を歩いているO脚X脚の人をすべて治さないとダメですか？ 教科書どおりにまっすぐになっていないとダメですか？

S：まっすぐのほうが効率はいいですが…。

T：効率はいいでしょうが、アライメントが崩れていても、痛くなく、意識することなく姿勢の支持や動作が可能なら問題はないですよ？

S：たぶん問題はない…と思います。

T：いえいえ、長い時間で通常自覚症状がないのであれば、間違いなく問題はないですよ。なぜなら、組織は長い時間をかけて、崩れたアライメントに合わせて、軟部組織の長さも変わり、軟骨や骨などの形状も変わって組織が適合してしまうからです。その結果、曲がった関節の内側と外側とで、ぶつかったり、引っ張られたりしそうな局所は、案外、適合して引っ張られたりするストレスやぶつかって圧縮されるストレスがないものなんですよ。

S：長い時間、短い時間…を問診以外で見分ける方法はないですか？ 靭帯の捻挫など組織の破壊があって、腫脹や熱感がある、いわゆる炎症反応がある場合はわかりやすいのですが…

T：それは案外簡単です！ どうやるかという、実際に問題があると予想した姿勢や動作をさせて、関節まわりや痛みが出現する部位を直接、触れると堅く張っていて、ストレスが集中している場所や関節の角度がわかります。また、技術があれば、弛緩させた関節を可動内各角度で関節の余裕度（＝遊び/Joint Play）や伸張ストレスを与えた際の硬さなどでチェックできますが、技術の習得が必要です。

S：疲労骨折などはどういうふう考えたらよいのでしょうか？

T：とてもよい質問ですね！ 考え方としては、長期間（何カ月～何年）と短期間（一瞬～数回）の間の中期間（何日間～何カ月）で、組織の破壊は生じないけれど、後で説明しますが、抵抗力の限度を少し越えたストレスで細胞の質的なダメージを連続して受けていると、炎症反応は生じず、抵抗力が落ちていき、しまいには一気に組織破壊（＝多くの場合、疲労骨折）が生じます。

S：疲労骨折などを予防するのは難しそうですね。

T：異常を、組織破壊をする前にいかに発見するかは、非常に難しいです。このことはまた機会をつくって説明したいと思います。

抵抗力 vs 負荷

S：では、そこを鍛えるにはどうしたらよいですか？

T：急性の外傷が生じた場合を考えてみます。

急性の場合はまず、急激に限度を超えて力が加わりますから、負荷の強度がとても強い力が短時間で局所の組織を襲うことになります。この力に対して組織側の抗う（あらがう）力ということで、組織の「抵抗力」という話になりますが、組織が耐えることのできる負荷の限度（＝抵抗）を超えてしまうと、いきなり痛みを感じるようになってしまいます。とくに組織の破壊が生じた場合、痛みを感じる感覚神経に異常な刺激が入りますので、痛みに対する反射で、運動神経はうまく反応しなくなり、炎症反応がはじまってしまいます。

この炎症反応でヒトのカラダは、局所の循環を悪くする方向にシフトします。毛細管の血液供給を減らし、腫脹により間質液自体を動かなくして、酸素と栄養が不足し、線維化してしまったり、組織間で癒着や組織内で硬結が生じたりします。

要するに、急激に変化が起こると痛みが出てしまうが、ゆっくりならば…抵抗力を超えない負荷での変化であれば、組織の破壊もなく、痛みは出ないということです。

S：「抵抗力」を高めるにはどうすればよいのでしょうか？

T：「抵抗力」は、物理的な負荷に対しての耐久力のようなイメージです。組織というのは、軟部組織でも、時間をかけて適度な負荷の刺激を与えていくと、コラーゲンのネットワークが強くなったりしながら、物理的に強くなっていきます。これが「抵抗力」を高めるということです。

さて、非常に大事なことなのですが、アライメントが崩れて靭帯が切れて再縫術をしたサッカー選手のクライアントがいるとします。徐々に負荷をかけながら、あるいはアライメントも直しながらトレーニングをしていきます。では、この方をいつスポーツに復帰させますか？ いつからボー

ルを蹴らせますか？

S：再腱手術をしてから、靭帯がつくまで
だいたい2カ月くらいかかるので…。

T：では、期間については一旦忘れて、ど
うしたら／どうなったらボール蹴ったり
チームに合流したりしていいですか？

S：痛みが取れて、炎症がなくなって、可
動域に問題がなくなって、両下肢の筋力が
ついて…。

T：では、それらはよくなりました。で
は、合流してよいのでしょうか？

S：ボールを蹴ってみて…。

T：ボールが蹴れればOK？

S：3対3など対人練習が大丈夫になって
…。

T：意地悪な質問でしたね（笑）。

では、何ができればいいですか？ いつ
からチーム練習にフルで復帰してもいいで
すかね？

S：ぶつかっても大丈夫であれば…。

T：いい流れできていますよ。少しヒント
を出しましょう。まず「動きづくり」と局
所の「抵抗力の強化」とは別に考えること
が大切です。「抵抗力の強化」でも、リハ
ビリの動きづくりと同じように、段階を
追って徐々に強くして行って難易度や負荷
を上げています。

たとえばランニングができるようになって、
サッカー競技特有な動きに関して何か
専門的な「抵抗力の強化」を目的としたト
レーニングメニューをはじめようと考えた
ときに、どんなトレーニングをしましょう
か？

S：ボールを使つてのドリブル練習…と
か？

T：そうですね。ボールコントロールでひ
ねりの動きが入っていますよね。専門的な
動きですので、この動きでの物理的な負荷
に耐えられるような「抵抗力」が身につけ
ば、サッカーをやっても大丈夫そうですね？
ただしこの条件下では、ボールを上
手く操るために動作スピードを落としてい
ますので、局所へのひねりや張力の刺激は
それほど急激で大きくはありません。で

は、次にもっと専門的な「物理的な負荷」
の刺激を局所に与えたとしたら、たとえ
ば、ボールなしで全力のスピードで方向転
換をしたり、不意の動作での反応ができる
かどうかを確認したりするトレーニングが
考えられますね。そういうふうな感じでよ
りサッカーの競技特性に近い負荷に上げて
いきます。…さてそこまでで、復帰してい
いますか？

S：いいんじゃないんですか？ …でもも
しかしたら、質問するということがダメな
んですか？

T：ちょっと意地悪してみましたけど、
サッカーという競技を考えると、あとは
ジャンプした後に着地と同時にひねった
り、スライディングをした後に起き上がり
て反対の向きにダッシュしたりと、ありえ
ないような動きが自覚症状なしでできれ
ば、復帰してもいいと思います。

局所の負荷をだんだん強くして行って局
所を強くしていく、というのが、局所の抵
抗力をあげるということでしたから、サッ
カーという試合を想定して、それ以上の質
的な強度と量的な負荷をクリアできれば、
復帰しても再受傷するリスクは低いはずで
す。

S：お話を聞けばごく自然なことですね。
これまでいつ復帰してよいのか、基準がな
かったので上手くいかなかったことが時々
ありました。

T：時々で、たまたま大きな問題（＝再受
傷）がなかっただけかもしれないことを考
えると冷や汗ものでしたね。

ケガからの復帰に関して医者の 判断について

S：これからは意識してトレーニングメ
ニューを作成して、復帰については気をつ
けたいと思います。でも、復帰について医
者が決める医療機関も多いと思いますが
…。

T：日本の理学療法士は基本的には医師の
オーダーにしたがってリハビリを実践する
人となっていますよね。ですから、日常へ

の復帰については、医師が当然判断するこ
とになります。ですが、みなさんが薄々感
じていることの一つとして、復帰への判断
が妥当かどうか疑問が出てくるケースが
多々あるということです。

復帰に関する判断では、「患者さんが初
期に訴える痛みや機能低下が日常生活レ
ベルでなくなればスポーツも徐々にはじめ
てくれればOKですよ」と伝える医師は多
いと思います。

S：しかし、臨床の問題として、それば
かりだと復帰が早すぎるケースも出てき
ます！

T：確かに日本では、残念ながら、復帰時
期が早すぎるケースが多すぎる気がしま
すね。ただし、この問題については仕方な
い面もあります。

1つ目には、スポーツ整形のなかで「局
所の抵抗力」について深く切り込まない
ことが挙げられます。そもそも、6年間の医
学専攻時に医師として身につけなければ
ならない情報量はもの凄いな量で、「局所
の抵抗力」については、それを扱う時間
も教授もないのが大学医学部の現状です。

2つ目には、医学部専攻の学生には、ハ
イレベルでスポーツに取り組む環境も時間
ありません。ですから、ハイレベルでの
スポーツ経験に乏しい学生時代を過ごす
ことが、スポーツ動作を想像することを難
しくしていますよね。動作による局所の物
理的な負荷が想像できなければ、復帰につ
いての基準はないですから、「目の前の痛み
や問題がなくなったとき」＝「復帰の時
期」という判断になるのは自然なことか
もしれません。

3つ目には、またさらに専門的な動作の
物理的な負荷についての考察に必要なバ
イオメカニクスの知見も医師が有するこ
とは少なく、それもケガからの復帰につ
いて明確な指標を持ち合わせていない理
由の一つです。そこを解決するには、コ
・メディカルとしてチーム医療をすす
めていくことが大切です。

S：情報を共有するという事ですね。患
者さんにも、医師側にも、意見の押しつけ

ではなくてしっかりとした情報を提供していければいいですね。

T: その意気です! 違う意見がぶつかり合う場面もあるでしょうから、お互いの意見をリスペクトして改善点を見つけていくとよいでしょう。多角的な視点で複数の人の目がオープンに入れば、それだけミスをする確率は減ります。期待していますよ。

半月板の物理的な抵抗力を上げていく手順

T: では、膝内側の半月板を痛め、そこを強くしていくにはどうしたらいいのでしょうか? 体重をかける／かけないからはじめて、どのようなステップで行いますか?

S: ええっと、確かプロトコルでは、荷重量をコントロールして→角度を変えて荷重をして→踏み込みをしてみたり→徐々に踏み込む角度を変えたり→2ステップにしてみたり→キャリオカステップにしてみたり、着地してみたり跳んでみたり…。

T: なかなかいいですが、跳ぶときは体重の何倍もの負荷がかかるので注意が必要です。そこに至るまでに、スクワットでの荷重量を増やしていったり、質的にも量的にも大丈夫になれば着地をさせたりランニングをさせたりという順番のほうが安全ですね。ただし、これで復帰ということではありません。

これらは半月板に対して縦軸方向の強度を強くしていく運動になります。運動は「縦軸方向のストレス」だけではなく、「回旋方向のストレス」も入るので、回旋に対する強度も強くしていく必要があります。サイドステップでも回旋が入るし、ジグザグに走ったり、方向変換をしたりして、「縦軸方向のストレス」に加えて「回旋方向のストレス」を加えていきます。そのようにして強度が増したら今度は、方向転換の練習を徐々にスピードをましたり、着地と同時に方向変換をするなど負荷強度を上げながら行っていく必要があります。では、これらが強くなったら復帰をして大丈夫ですか?

S: スポーツ動作を実際にやってみると、動作を見ながらどのくらい動けるのかの確認をします。その様子で、個人トレーニングにするのか集団トレーニングに合流するのかを判断します。

T: おお、もうすっかり専門家として考えはじめましたね! では、実際のスポーツ動作ではありえないような角度や負荷での動作練習はしたほうがいいですか?

S: ありえないかもしれないけれど、もしかしたら起こりえるのであれば、その特別な動作練習はしたほうがいいと思います。

T: そのとおり! 試合やトレーニングを超えるような場面に出会うことはほとんどないとは思いますが、それをを超えるようなことをやっておけば、組織もさらに丈夫になることから局所の余裕度が増します。加えて、本人の自信にもなって安心感にもつながり、復帰しても大丈夫という言葉の説得力も増します。ここで大事なことは、トレーニングの負荷設定で、スポーツ現場復帰以上にトレーニング手段を設定することです。

皆さんが知ってのとおり、病院で行っているリハビリは、抵抗力を上げるということをそこまで考えていることは少ないですね。ですが、日常生活でも同様のことが言えるので、日常生活レベル以上まで強化するリハビリが必要となります。どんどん臨床で経験しましょう。

まとめ

1. 抵抗力とは、物理的な外的な負荷に対しての組織の耐えることのできる「強度×量」のことである。
2. 急激な負荷の変化では痛みを生じやすいが、組織の抵抗力の範囲内で長期間かかって変化した組織では、単に長さや強さが適応して変化して圧迫ストレスや伸張ストレスがないので、痛みは生じないことが多い。
3. 組織に対して圧縮・減圧ストレスのどちらか一方しかない場合は、スポンジ効果が得られないため、間質液の流動による

栄養供給が減少してしまい、萎縮・癒着・線維化が起こってしまい、ひいては抵抗力が低下してしまう。

4. 抵抗力は、トレーニングや動作におけるその組織にかかる負荷量を調節することで、強化することができる。
5. 安全なスポーツ復帰のタイミングは、そのスポーツでかかる負荷以上の負荷がかかっても大丈夫な抵抗力がある状態が理想的。本人の自信や治療者の言葉の説得力が増す。

確認のための Q&A

Q1: 抵抗力とはなんですか?

A1: 外的な負荷に対して、組織が耐えることのできる「強度×量」のこと。

Q2: 痛みを感じたり、感じなかったりするのなぜですか?

A2: 抵抗力を上回る急激な負荷の変化では痛みが生じるが、抵抗力の範囲内での長期間の変化では痛みは生じない。

Q3: 組織に対して偏った同じストレスが長期間かかっていた場合に、何が起こることが考えられるか説明せよ。

A3: スポンジ効果が得られないために間質液に動きが見られず、そのために栄養供給が減少してしまい、組織の萎縮・癒着・線維化が起こることが考えられる。結果として、抵抗力が低下する

Q4: 抵抗力はどうなると強くなりますか? また、どうしたら強くできますか?

A4: 外部からの負荷を調節することで、組織内のコラーゲンのネットワークが強まり、物理的に強くなっていく。トレーニングの動作での負荷量を徐々に強くしていくことで、抵抗力は強化される。

Q5: スポーツ復帰のタイミングはいつですか?

A5: 安全な復帰は、そのスポーツでかかる負荷以上の負荷がかかっても大丈夫な抵抗力がある状態までに、組織が強化されているとき。

〔メモ〕

一般社団法人日本オランダ徒手療法協会

独自の問診方法から多角的な視点により仮説を立案する。そして、組織レベルで原因を予想することで、治療テクニック・運動プログラムを選択計画していく。『結果』を出すことに重きをおく、体系化された新しい徒手療法。
くわしくは: <http://jadmt.or.jp/>