

足底板療法

慶應義塾大学医学部

井口 傑

特集「足底板療法」

慶應義塾大学医学部 井口 傑

足底板療法とは何か？

今回の特集を始めるにあたり、まず、足底板とは何か、そして足底板療法とは何かということについて述べていきたいと思えます。

最初に、足底板ないし足底挿板、つまりインソールは語源的には「靴の中敷」という意味で、他に特別の意味合いはありません。足底板療法というのは、整形外科の中では、装具療法の一分野を形成しています。整形外科 orthopedic surgery という言葉は、ortho「ものを変える」という意味の言葉と、pedi「小児」ないしは「足」を意味する言葉からなり、全体では「足の形を治す」、「成長期の子供の体の形を治す」というような意味になります。つまり、本来整形外科というものは、足だと子供の体の成長をコントロールするという意味の言葉で、その語源から足底板療法とも繋がりが深いと言えるでしょう。

整形外科という言葉の語源からもわかるように、足底板というのは、かなり昔から装具療法の中で大きな分野を形成してきました。では、「何故大きな分野をなしてきたか」ということなのですが、これは装具療法の本質に関係してきます。

装具療法というのは、体に一定の力を加えることによって成立します。それが引っ張るであれ、押すであれ、支えるであれ、力を加えることによって何か体に影響をあたえようというのが装具療法の基本です。すでに12世紀の頃から、鋼鉄を使った装具というものは存在しており、鉄の支持力やばねを使って体に矯正力を加えていました。

装具療法の効果は、どれくらいの力を体に与え得るかで決まってきます。すでに中世の時代から水圧機はあり、

ても存在しました。つまり、その頃から何十kgや何百kgの力を出すことはできたのです。しかし、その力が加わる場所は当然ながら人の皮膚の上です。そして、皮膚が耐えられる圧力の大きさというものは時間の係数で決まります。つまり、一回限りであれば、少なくとも人間が座ってられる、立ってられる範囲の数十kgの力には耐えられるのです。実際には面積で割った圧力で換算しなければなりません、それでも簡単にいって数十kgの力には耐えられるでしょう。ところが、ふかふかの布団に寝かしておいても辱創を作ることを考えてみれば、たとえ弱い力であっても、長くかかれば皮膚というものは破壊されてしまいます。

つまり、装具療法では「短時間で変形を治療しようと思えば大きな力を必要」とし、体に無理がかかります。逆に「長い時間をかければ、小さな力で済み」ますが、今度は皮膚の抵抗性が問題になってしまうのです。このことから、大きな力が加えられる装具というものはなかなか存在しません。多くの装具では、十分な矯正力を働かせようとすればするほど皮膚が破壊されてしまい、患者さんが苦痛を訴えることになるのです。

そう考えると、足底板というのは皮膚の中では最も荷重に強い足の裏という部分に対して影響を与える、という点で十分な矯正力をかけることが可能な装具療法です。それに、体重による力とその反力を利用することで、体の大きい人には大きい分だけ、体重分だけは最低限、矯正力をかけることができます。しかも、歩行中に使う装具であれば体重の三倍位までの力は加わって、なおかつそれに対して皮膚が耐えうる。そういう意味では、足底板療法は装具療法の極地といっているのものであると思います。

しかも、足底板療法というのはそのように効果的なも

のでありながら、「足底板」という単なる靴の中敷を使うものですから、装具の中では非常に単純なものです。他の装具のように複雑な形をしていないし、ヒンジやバネのような機構も必要としない。足底板にはいろいろなものがありますが、どの形をとってみても、簡単に言えば靴の形をした一枚の板です。そういう単純な形でありながらも、先ほど述べたように応力と反力を考えると非常に大きな力を出せて、それに対応する人の皮膚がそれに耐えうるということで、装具療法の中でも非常に大きな分野になったのではないのでしょうか。

足底板がはたらくメカニズム

それでは次に、足底板というものがどのようにはたらくかということを考えてみようと思います。

足底板のはたらきを整理すると、以下の三つにまとめることができます。

- ①除圧（圧を均等にすることも含めた）
- ②圧迫（アーチサポートや中足骨パットを中心に考えた）
- ③アライメントの調節（外側ウェッジに代表される）

前の項で述べたように、足底板療法というのは装具療法の一分野ですから、体に一定の力を加えることによって治療が成立します。それでは、そのような力がどのようなメカニズムで体にはたらくのかということですが、それには以下のようなことを考慮にいれなくてはなりません。

足底板療法では、スポンジなりシリコンなりといった特定の素材を使って足底板を製作し、それによって体に力を加えるわけですが、このような素材は骨の固さから見れば非常に軟らかいものを使っています。つまり、そのままの状態ですぐに支持力や圧迫力が生じるわけではありません。しかし、そのような素材も圧縮されて、沈み込んで圧迫されて、荷重分の圧力を生じるようになって初めて、支持力が出てきます。

足の側でもそれは同じ事で、足を圧迫していくときに

は実はばねを縮めていくのと同じことが起こっています。足の裏には靭帯や筋、腱の他に脂肪組織などもあります。それで、足底板のあるところの矯正を例えば5ミリ高めても、足底面の脂肪が縮まっているだけで圧がほとんど生じないということもあり得るのです。ところが、あるところで脂肪分のばね成分が完全に縮まって、その向こうのもっと固い成分と同じヤング率となると、圧は一気に上がります。そこで起こっていることとは、非常にヤング率が低いものが中にあるばね抵抗を縮めていくと、あるところで上のばね抵抗とヤング率が同じになったとたんに、そこで初めて支え始めるということなのです。そこまではいくら押しても支えにはなりません。そういう場合には、7ミリだったら全く支えになっていないのに、9ミリだったら痛いほど支えるということが起こってくるわけです。

「アーチサポートについて」

次に足底板療法では一番話題になるアーチサポートについて考えてみます。

アーチサポートというのは、そのまま訳せば「土踏まず支持機構」ということになります。もともとアーチというのは、ローマの水道橋などにあるように、楔型の石が組み合わさって垂直にかかる重力が楔のナナメの部分で横向きのベクトルを発生し、お互いに石が押し付けられて、形が保たれるというものです。そういう意味では、アーチはそのままで自らを支持するはたらきを本来持っているものです。それでは、アーチサポートはなぜアーチを支える必要があるのでしょうか。アーチとはそもそも崩れるものなのでしょうか。ないしはそれをサポートすると崩れたアーチが元に戻るということはあるのでしょうか。

私が考えるアーチサポートを使う理由には、以下のような三つがあります。

①荷重を分担する

土踏まずというのは本来体重を負荷しない部分ですが、足全体の荷重を減少させようとした場合、負荷する面の面積を大きくしようとする、土踏まずを利用する

ことができます。つまり、土踏まずに荷重の何割かを負荷することで、他のところの荷重を助けてやることができるというもの。

②アーチを保つ

ある程度アーチが低下した場合、本来は足底腱膜や足の裏の筋肉、靭帯などがちょうど「弓とつる」の関係でテンションをかけることによってアーチが保たれます。それを早くから、つまり、つるを逆に緊張させてアーチが沈み込まないうちにサポートするというもの。

③内側ウェッジの代わりにする。

この中には、直接アーチを支持するというものはありません。もちろん、極端なことを言えば、骨と同じような素材で足のアーチと同じ形のサポートを作り、それを履いたならばアーチを支持することはできます。しかし、そのようなものは実際には痛くて履けないでしょう。土踏まずの部分とは、元来体重を支持するようにはできていないのです。

それでは、アーチサポートでアーチを支持しなくてはならない症例というのはいったいどんな症例でしょうか。巷の教科書に書いてあるのは、扁平足です。いわゆる小児期、思春期の扁平足と成人期の扁平足があるわけですが、一般に心配されているのは、ほとんど思春期、成人期の扁平足でしょう。思春期の扁平足については、女工哀史の中に12~13歳の女の子が一日に20時間労働したところで起こったというくだりがあります。しかし、現在そういうことがあり得るかといえば、それはあり得ないでしょう。つまり、現実的には本当に扁平足と言えるのは、垂直距骨などの病的なものだけです。そういう人は完全に舟状骨が落ちて、横からみても明らかに扁平足です。それ以外の、「踵骨傾斜角が小さい」とか、「何となく舟状骨が低い」、という人たちは、外から見て土踏まずがないことを扁平足と考え心配して病院に来ます。

その場合には二極端があって、一つは足をあまり使っていない場合です。ぼちゃぼちゃとした女の子の細い足で皮膚が軟らかく、土踏まずにも脂肪がついているため土踏まずが無いように見えます。逆にスポーツマンで、パンパンに足の底面に筋肉がついていて扁平足に見える

場合もあります。もちろんスポーツマンにアーチサポートをつけても何にもなりませんし、弱くてぼちゃぼちゃとした足の人にアーチサポートでアーチを再形成しようと突き上げたら痛くて歩けません。逆に、扁平足に見える人が、アーチというのはばねだから、昔言われたようにそれがないと本当に日常生活に支障を来たすかという、あまり関係はないようです。

アーチサポートにはマッサージ効果があります。人間が二本足で歩くようになってから、足と心臓の落差は大きくなりました。四足歩行の動物では、地面に平行な体幹の分だけは落差になりませんが、人間ではその分大きくなっています。なおかつ、動物が四本足でやることを人間は二本足でやるわけですから、人間の下肢の血液循環は非常に不利なのです。これを解決するのが、下腿と足部にあるコンパートメントです。コンパートメントとは部屋という意味ですが、これがあるから筋肉の運動によって静脈血が還流するのです。よく「足は第二の心臓」と言われます。しかし、それは単純に筋肉の運動を使い、かつ静脈に一方通行弁があるから還流が起こるというだけではありません。実際には血管がコンパートメントの中に入っているから、圧がうまく伝わって血液の還流が起こっているのです。

これは、茶筒の中で風船を膨らませる例を考えるとよくわかります。風船を膨らませていっても、最初は普通に圧力がかかるだけですが、風船が茶筒の内壁に接した瞬間に大きな圧がかかります。つまり、体重をかけて爪先立ちになると、足底筋が収縮したときにコンパートメントの中の圧が急激に上がるからこそ、静脈の血液がよく還流するのです。

そういう意味では、あまり運動をしない人、足底筋群や下腿筋群を使わない人は、積極的にコンパートメントを「押しつぶして広げて、」という運動をしないと循環が悪くなってしまいます。そこで、そういう人達にアーチサポートを使うと、マッサージ効果があるのです。足底板の上にアーチサポートをつけると、体重をかけることによりアーチサポートが足底筋群を圧迫し、それが歩くたびに「圧迫しては戻し」という繰り返しになって、マッサージ効果があるのです。

ただしその場合も、気持ちいいからといってサポートを高くし過ぎたり、固くし過ぎたりしないよう心がけることは肝要です。

最後に開張足を起こす50歳代以降の女性に対してのアーチサポートについて述べます。これは現実的にアーチが壊れます。今、足の外科学会では「後脛骨筋機能障害」が話題になっています。これは、後脛骨筋が切れると定義されますが、それは象徴的な問題です。後脛骨筋が切れるような女性は関節炎を起こして、靭帯もゆるみ、腱鞘炎を起こしてきて、いろいろな部分がゆるむような状態になります。そうすると、足のアーチをとめている足底面の靭帯も傷つきます。足のアーチが石であればすべり摩擦があるので、下の靭帯はいらないのですが、人間の骨は、関節があり軟骨で滑ります。ですから、足底をとめる靭帯が緩むと、骨が滑ってアーチは潰れてきてしまうのです。

だから50歳からのアーチのつぶれた患者には本当のアーチサポートをつけなくてはなりません。すると、土踏まずは本来体重を支持するようになっていないから、あまり強い矯正はできません。それでは、どのくらいサポートできるのでしょうか。本来、外反母指ではアーチも将来崩れるのが目に見えているから、アーチサポートをつけたいのだけれども、アーチサポートをつければ足底筋が自分で働かなくなってしまう。

アーチサポートには「アーチが崩れないように支えている」と、「崩れたアーチをもとに戻す」という二つの面があります。前者の「アーチが崩れないように支える」というものには、実は矛盾があります。それは、アーチを支えてやれば、アーチを支える筋肉は弱くなるという矛盾です。アーチを支えることによって、結果としてよりアーチが崩れやすい状況を作ってしまうということです。本来、筋肉を鍛えようと思えば、アーチサポートはないほうがいいのです。

しかし、一般的には、外反母趾の人はアーチが崩れやすいので、30歳を過ぎたら少しづつサポートをしていて、50歳で扁平足と開張足を起こしてしまうのを、60歳まで保持してやろうとアーチサポートをつける。それが、アーチが最後に崩れてしまう人に対する考え方です。

足底板療法の難しさ

前の項で、足底板のはたらきには三つあると述べました。それは「圧を均等にすることも含めた除圧」と「アーチサポートや中足骨パットを中心に考えた圧迫」それに、「外側ウエッジに代表されるようなアライメントの調節」の三つです。しかし、足底板療法では、一つの働きが他に対して逆に働くということがよくあります。そういう点に、足底板を含めた装具療法の面白さもあるし、限界もあります。

それでは、実際に足底板をどうやって作っていくかという話をします。私は三つのポイント「除圧ないしは平均化」、「サポート。圧迫する、支持する」、「アライメント」の三つを、疾患に対して、「どうはたらかせたいのか」を、常に頭に入れて作ります。

よく薬の作用と副作用、効果と副作用というように、装具療法にも効果があれば副作用もあります。しかしこれは、ひとつの「作用」を右から見ているか左から見ているかということに過ぎないのです。だから薬にしても、手術にしても装具にしても、行なわれることは一つで、効果と副作用が別々に起こっているわけではありません。

その一つの作用を、医師や患者がどう評価するかです。足底板療法では、今述べてきた三要素が常に同時に起こります。足底板に効果があれば、それは副作用と表裏一体として起こります。これを必ず念頭に置いておかないと問題が起こります。

たとえば中足骨頭の骨頭痛で除圧を行なった場合を考えてみます。この時、当たり前の話として、中足骨頭で除圧をした分の圧力をどこかで支えていなければ、人間は宙に浮いてしまいます。つまり、除圧を効果と言うのであれば、余分に圧を受ける部分が副作用になりかねないわけですから。効果と副作用をいつも考えながらやらないといけません。

靴について

最後に足底板とは、切り離せない靴について書きます。

最初に述べたように、インソールの語源は「靴の中敷」という意味です。足底板療法は履く靴によって「思ったとおりの効果を出す」「効果を半減する」そして「副作用を倍化する」こともできます。足底挿板には、靴が表裏一体です。「足」と「足底板」と「靴」と、この二つのインターフェイスを持った三つのパーツによって、治療という一つのことが起こるのです。

靴が影響を及ぼすのは距腿関節と距骨下関節を合わせた足関節と、膝です。他に股関節がありますが、股関節は球関節ですから、垂直方向には影響があっても内外反にはあまり作用がありません。そういう点をしっかり考えないと、PTTD（後脛骨筋機能障害）には内側ウェッジで、膝の内側OAには外側ウェッジと機械的に考え、思わぬところに思わぬ副作用を生じてしまいます。

靴に関して、日本独特の足底板療法の難しさがあります。それは、いくらいい足底板を作っても、履いていて欲しい人たちが家の中におり、靴を履かずに過ごしている点です。足底板だけを足の裏につけてその上から靴下を履かせたところで、基盤になっている靴がない限りは土台がしっかりせず、あまり治療としての意味はありません。ですから、私は本当に足底板で治療をしようと思う時には、家の中でも最低限スニーカーくらいは履いてもらいます。

日本人の生活の中では靴の脱着が頻繁なので、靴との相性は難しい問題です。しかし、足底板療法をするからには、その足底板に合う靴を履く以外には手はありません。実際に製作している皆さんはわかると思いますが、5ミリのへこみを作るには足底板に最低5ミリの厚さがなければなりません。そうしないと、絶対に5ミリの高低差は作れません。2ミリの基盤の上に7ミリのアーチサポートをつけるとすると、靴の内側で約1センチ足が持ち上がることとなります。そうすると、靴の中はきつくなってしまいます。本来なら1センチくらいのなだらかなアーチサポートがついている足底板が入って、ちょう

ど良くなる靴が一番です。

でも、こういう靴にはなかなかお目にかかれませんが、欧米の靴型装具の展示会でこれが良い、と持ってこられた靴をみても、なかなか良い靴はありません。だいたい、靴の形が日本人の足には合いそうもありません。それにそういう靴は、まずご婦人は履いてくれそうもないでしょう。そう考えると、1センチは極端だとしても、最低5ミリの足底板が最初から入っていて、それが簡単に取れる靴というものがいいと思います。それが世の中になればそれでいいし、無ければ開発していかなければいけないのだらうと思います。

それで、その靴に入っている5ミリの足底板を取って、低くしたい部分を5ミリ削ってへこませて、ピークを5ミリ盛り上げれば1センチの高さは稼げるわけです。1センチのアーチサポートというのは、かなりの高さのアーチサポートですから、そういう点だけをみれば、それで充分だらうと思います。そうすれば、除圧のへこみと圧迫の盛り上がりを合計1センチ取っても、基準になるものの上に出なくてすむ。靴がきつくなってしまう心配をしなくて済みます。それが、足底板を作る時に、靴と一緒に考えなければいけないという一番の理由です。

適合のよい足底板を製作しても、足の基準線が決まらないことには最後のアライメントが決められません。その基準は、靴です。治療用の整形靴であれば、足底板の副作用を靴底のウェッジで逃がすということもできます。例えば、アーチサポートを強くつけたために、内側ウェッジがきつくなってどうしようもない場合には、靴の底に外側ウェッジをつけてしまえばいいわけです。それから外側の靭帯が弱く、いつもひねって捻挫してしまう人なら、踵にフレアをつけることもできます。

靴で調整することを考慮に入れば、常に足底板だけに効果を期待する必要はないわけです。そういう意味で、まずは常に足底板と靴との関係を考えながら製作を行なって欲しいと思います。

皆さんの力で、日本人の足に合った足底板療法に使いやすい靴が開発されることを願ってやみません。