
特別寄稿

人工関節発達の歴史と今後の展望

川崎医科大学 整形外科教室

渡辺 良

(平成11年3月11日受理)

A Brief Review of the Development of the Artificial Joint and its Future

Ryo WATANABE, MD. PhD.

Department of Orthopedic Surgery,

Kawasaki Medical School,

Kurashiki, 701-0192, Japan

(Received on March 11, 1999)

概 要

実用化から約30年を経た人工関節置換手術の歴史、関節の構造、材質、問題点、今後の展望などについて述べるとともに、川崎医科大学で使用されてきた人工関節についても簡単に触れた。

Abstract

Joint replacement operations have become commonplace during the past ten years. Collaboration with bio-engineers and the search for suitable materials for artificial joint are important.

Joint replacement with artificial joint made of combination of plastic and metal was introduced in our country in 1960s. In the recent twenty years joint replacement operation became one of the most popular operations also in our department with favourable outcome.

関節が滑らかな動きを失い、激しい痛みを生じて本来の機能を失うのは骨折などの外傷や変性疾患あるいは関節リウマチをはじめとする炎症によることが多い。失われた関節の機能を再建する試みは古くから行われてきたが、主として手術による再建法である。手術以外の保存的な方法で変形などの再建を期待するのは無理である。

骨の癒合が難しい骨折の代表格である大腿骨頸部骨折の治療失敗例に対して A.T. ムーア型人工骨頭で置換する手術を経験したのが私と人工関節との初めての出会いであった。1962年のことであった。

1967年、留学先の当時の西ドイツのマールブルク大学で、両側の股関節の強直のため膝だけ

を動かしてかろうじて歩いていた男性に対して、マッキー・ファーラー型人工関節置換術を経験した。患者の歩行機能の回復は驚くべきものがあった。膝から下だけを動かして、10cmほどの歩幅でちょこちょこ歩いていた男性が、ゆっくりとではあるが普通の人と同じように歩くのを見たとき、まるで別人かと思ったほどであった。

破壊され機能を失った関節を切除し、人工の関節で置き換える手術を始めて報告したのは Th. Gluck である。彼は1890年ベルリン医学会においてみずから行った人工膝関節の手術成績を報告した。Gluck の考案した人工関節は当時としては最も高価な、固い材料の一つで、人体に挿入しても異物として排除されることが少ないと思われた象牙を使い、その形は現在我々が用いている人工膝と大して変わらないものであった。人間の考えることは昔も今も大きく変わることはないのだと感じさせられるような形をしている。彼の手術した患者は膝の結核であったため、感染が起り、また当時は結核そのものに対する有効な治療法がなかったため結果は失敗に終わった。しかし人工関節を夢の治療法ではなく現実の治療手段として実用化の口火を切った Gluck の功績は大きい。

話は横道にそれるが、人体の一部に生じた欠損を補おうとする場合、失われた元の器官の形態に近いものが考案され、失われた機能を少しでも元の機能に近づけようとする努力が行われることが多い。典型的な例は下肢の切断に対する義足である。外部から見えるため形だけではなく色や出来れば表面の性状や、触わってみたときの感触まで実物に近いものを求めようとする。それでうまく歩くことが出来れば義足の場合は大成功である。ところが眼球が失われた場合には、元の眼球にそっくりな義眼を入れても、物は見えない。つまりものを見るという大切な機能は全く回復しない。視力が障害されたとき、近視や老眼になったとき我々は元の眼球とは似ても似つかないガラスの眼鏡を掛けて視力を補う。

関節の機能が失われ、それを人工物で補おうとする場合、元の関節に良く似た形のものを作ろうとするのが一般的であるが、関節の構造は外部からは見えないので、美的な要素は無視することが出来るため、本当の機械で置き換えようとする試みが為されることもある。機械の軸受けやベアリング、ジョイントで代理させようとする試みがある。例を挙げて説明すると、最近では少なくなったが冷房のない電車の天井には扇風機がついている。あの扇風機は天井に固定されて360度回転をして車内にまんべんなく風を送っている。扇風機の動きは滑らかなで、握りこぶしを作った手首をグルグルとまわすような動きをしている。ところが実際は扇風機を固定した2つのジョイントが90度の角度でつながれているだけである。それぞれのジョイントは単純な往復運動をしているに過ぎないが、2つのジョイントが同時に往復運動をすると、それが合成された動きは360度の滑らかな動きとなって、あたかもあらゆる方向への運動のように見えるのである。

股関節は球形の関節であるため360度の運動が可能である。我々は下肢を任意の方向に向けることが出来る。それならば、破壊された股関節の変わりに電車の扇風機を固定している2つのジョイントの形をした人工関節を体内に入れて骨盤と大腿骨を結合させても理論的には360度

の滑らかな運動が出来るはずである。ところがこの試みは失敗した。その理由は単純な機械的軸受け機構は人体内ではいくつかの理由でうまく機能しなかったのである。生体の股関節に比べて形態が複雑で潤滑がうまく行かなかったこと、これと関連するが、機械が早期に破損してしまったこと、金属の部品同士が直接に接触する構造であることから金属の摩耗粉が発生し、それが刺激となって体内に激しい異物性炎症を引き起こしたこと、吸収された金属イオンの毒性などがその理由としてあげられている。そして股関節の場合も、元の股関節に近似した人工関節がこれまで30年の経験では最もうまく機能している。生体機構というものは機械的にも極めて理想的な形と機能を持っているというのは不思議なことである。そのようなわけで現在たとえば人工股関節として生き残っているものはみんな大体同じような形をしている。すなわち球形の骨頭とこれを支え、収めている半球形の窪みをもったソケットで、これらの人工物を骨盤や大腿骨に固定するためのいろいろな形をした突起物がある。骨頭とソケットとは滑らかに磨かれた面で接触し良好な潤滑状態が得られるように工夫されている。

ところで人工関節にとって最も重大な問題は上に述べた形態ではなく、実は人工関節を作っている材料の質なのである。過去においてもいろいろな材料が使われ、失敗し、改良が加えられてきた。現在代表的な材料として市販の人工関節に使われているものは、金属ではコバルト・クロム合金、チタンおよびチタン合金、セラミックではアルミナセラミック、ジルコニアなど、プラスチックでは超高分子ポリエチレンが多い。それらの材料はさまざまな組み合わせで実際には使われているが、最も一般的な組み合わせはプラスチックと金属である。

川崎医科大学整形外科では創設の初期に少数のミゾホ医科器械社製の人工股関節が使用されたが、ポリエチレンソケットとコバルト・クロム合金の大腿骨頭の組み合わせであった。その後約10年間はチャーレイ型人工股関節が使用された。この関節はポリエチレンソケットとステンレスあるいはコバルト・クロム合金製の大腿骨頭の組み合わせで、世界的にも現在までもっとも多く使用され、良好な成績が報告されている。約10年ばかり前からはオステオニクス社の人工関節をもっぱら使っているがこれは、人工骨頭としても使用できる便利さがあること、手術手技が比較的煩雑でないことなどいくつかの特徴がある。ソケットと大腿骨頭の組み合わせはいずれもポリエチレンと金属であるが、ごく最近では金属ソケットと金属大腿骨頭の組み合わせの人工股関節も使うようになった。金属同士の組み合わせは硬いもの同士の組み合わせなので潤滑の点でも衝撃の吸収の点でも不利のように思われるが、金属ソケットの外側にポリエチレンの層を置いて衝撃を和らげるようになっている。このほか我々には使用経験がないが同じく硬い材質同士の組み合わせの例としてセラミックとセラミックの組み合わせも実用化されている。

人工関節は始めて報告されてから約110年、実用化されてから30年を経過してようやく整形外科領域における一般的な治療の一つになりつつある。1999年1月28日から30日まで、川崎医科大学整形外科教室が主催して第29回日本人工関節学会が倉敷市芸文館において開催された。全国から229の演題が寄せられ840名の研究者が参加して活発な討議が行われたが、人工関節の優

れた成績は言うまでもない事ながら, その材質, 形態, 摩擦, 潤滑など基本的な点でまだまだ研究の余地があることも明らかにされた。更にこうした大きな人工物を体内に入れることについてのインフォームドコンセントの重要性を, 参加者全員が改めて認識する機会になったことは予想外の大きな収穫であった。