

社団法人山梨科学アカデミー特別講演概要

再生医療に使われる生体材料 - 骨・神経・靭帯を再生する -

平成18年5月29日 ベルクラシック甲府
東京工業大学大学院理学研究科教授 田中順三先生

はじめに

臓器移植の問題を解決するために、人工臓器、人工材料を身体に入れることが整形外科関係では盛んに行われているが、長い間には異物反応が起こったり、劣化が起こるといった問題がある。最近の分子生物学や医学や材料などが進歩していて、それを集約する形で再生医療が行われており、生体材料という材料の立場から貢献したいと研究を進めている。

膜を用いた骨の再生

骨を治すのに骨誘導再生法とチューブを用いて治す神経組織再生法とがある。前者は、GTRとかGBRと呼ばれている。GTRは歯科医で、GBRは整形外科で用いられる。この方法は、骨の欠損が生じた部分に膜を置く。膜を置かずに放置すると筋肉が入り込んで骨ができなくなるから、それを防ぐ。中で骨がゆっくり成長し、3か月経つと骨が再生される。この手術に使える材料は、生体親和性が高く、強度も高く生体内で吸収されなくなってしまうのが理想である。1つはセラミックス、もう1つは高分子である。

神経組織再生

神経が繋がる前に軟組織で占められてしまう。チューブでつないでにおいて、外側から筋肉が入らないようにして内側から神経をつなぐ。神経には自分で治そうという力がある。カニの腱はキチンという多糖類からできている。これを水酸化ナトリウムで処理し、還元分離器にかけると脱アセチル化が起こりキトサンができる。この中にセラミックスを入れて堅くする。これを使ってラットの坐骨神経を埋める。3か月経つとこの中に神経が再生する。少なくともラットに関して10cmくらいだと治る。カニの腱からの、キトサンのナノファイバーをつくってチューブにし、これを用いて神経再生を行っている。

塊を用いた骨の組織再生

骨はアパタイトというセラミックスとコラーゲンの高分子、たんぱく質の複合体である。骨芽細胞という小さな細胞が骨をつくる。骨破細胞という大きな細胞が骨を吸収する。骨形成と骨吸収が3か月毎にわれわれの身体の中で起こる。骨形成は段々と衰えるが骨吸収は衰えない。このためバランスが崩れ骨粗しょう症になる。骨芽細胞が細胞の中でコラーゲンという繊維をつくる。実際には細胞の外で材料が勝手に並び材料の自己組織化が起こる。骨芽細胞をつくる細胞は、pH8~9にするとアパタイトとコラーゲンが並ぶ。並ぶと強度が強くなりわれわれの骨が強いのは上から下まで同じ方向に並んでいるからである。

ラットで材料を埋めて調べると、骨の再生は、破骨細胞が現れて次に骨芽細胞が現れるという骨の再生と全く同じことが起こる。本当の骨に似た骨を作ると、材料が破骨細胞によって分解され、骨芽細胞によって吸収されるという本当の骨に置き換えられる材料になる。整形外科の分野では、ブロックやプレートとかペーストとか顆粒とかがある。新しいコンセプトの材料の製品化を進めている。

軟骨

軟骨は多糖類が含まれているのでアパタイトと多糖類とコラーゲンで軟骨と骨をつなぐような材料を作ろうとしている。軟骨細胞を培養してやると軟骨に非常に似た構造になる。この場合には、マテリアルゲノミクスという考え方が成り立つ。実際にうさぎの場合に材料と細胞を用いて軟骨組織を再生しようとしている。

靭帯

靭帯は軟組織で、骨と骨を繋ぎ硬組織と結合している。前十字靭帯は激しい運動などをすると切れる。今は下の骨に穴を開け、上の骨にもトンネルで穴を開け、スクリューで止めている。最近では徐々に自家組織に移りつつある。早期治療のために靭帯に表面処理をして骨とつきやすくする。腱がカルシウムと反応してアパタイトができる。アパタイト処理した表面には破骨細胞が現れ骨芽細胞を呼んで新しい骨をつくる。結果として、靭帯と骨が直接結合する。

現在、筑波大学で10人くらいの方に実際に手術をしている。ビジネスモデルが立たない状態にあるので、医師と工学系がいっしょにやり、医工と産業界がつながる医工産連携で進めてほしい。