損傷円板状半月板のSEM像

九州大学医学部整形外科

田所英二・緒方公介

九州大学医学部中央臨床電子顕微鏡室

金丸孝昭

Scanning Electron Microscopic Observations of the Injured Discoid Menisci

by

Eiji Tadokoro, Kosuke Ogata and Takaaki Kanemaru*

Department of Orthopedic Surgery, Faculty of Medicine, Kyushu University,
3-1-1, Maidashi, Higashi-ku, Fukuoka, 812, Japan

* Morphology Core, Faculty of Medicine, Kyushu University

Morphological and histological examination of the injured discoid menisci were investigated by means of scanning electron microscopy. The surface of the meniscus was covered with fine collagen fibrils which showed randomly arranged network. The substance of the meniscus consisted of the layers of collagen fiber bundles arranged horizontally from anterior to posterior segment. There were few vertically oriented fibers. This structure appears to play an important role in producing horizontal tear of the discoid meniscus in addition to the degeneration of the central portion and mechanical stress such as direct compression, antero-posterior and rotatory strain.

はじめに

円板状半月板は日本人に多く、また圧倒的に外側に多い半月板の破格であり、しばしば膝内障の原因になる。一般に明らかな外傷なくして損傷を受けることが多く、正常半月板では縦断裂が多いのに比べ、円板状半月板では水平断裂が多いのが特徴である。今回、我々は円板状半月板断裂の Pathomechanics を究明する目的で、走査電顕、光顕により円板状半月板を観察し若干の知見を得たので報告する。

症例及び方法

症例：10才男，11才女，20才女，27才女，36才女の5例で、全例とも天児Ⅳ型¹⁾の右膝外側の円板状半月板で、弾撥や疼痛を訴えて全切除したものである。

方法：切除後、リン酸緩衝液で洗浄後、2%グルタルアルデヒドにて固定、次に50%、75%、99%アルコールにて順次脱水、酢酸イソアミル置換し、臨界点

乾燥後イオンスパッターにて、表面に Au を coating し走査電顕 (JSM 35) にて大腿骨側、胫骨側の表面、断面を観察した。また一部は HE 染色を施し光顕にて観察した。

結 果

20才女性の症例において、大腿骨側の中節の表面では内側縁は比較的平坦であるが外側に移行するに従い外側辺縁にそった longitudinal ridge が増大してくる (図1-A)。前節から中節にかけて中央1/3に縦断裂が見られたが、この断裂部より外側では ridge の方向は longitudinal であり、内側では放射状にも ridge が走行していた (図1-B)。前節、後節は全体的に longitudinal な走行をしていた。胫骨側の表面では、11才女性の症例であるが、中節では大腿骨側の表面と同様に内側縁から1/4は平坦であるが、外側に移行するに従い longitudinal ridge が増大し、脱臼線維も増大してくる (図1-C)。後節では ridge は全体的

図1 A 内側縁は比較的平坦だが外側に移ると ridge が増大する。

図1 B 内縁方向に向かう ridge がみられる。

図1 C 図1Aと同様に内側縁は平坦である。

に longitudinal な走行をしていた。表面の高倍像 (図2) では, collagen fibril でネットワークを構成しているのが観察された。断面では, 脛骨側, 大腿骨側の表層は厚さ約100から300 μ の細かな collagen fibril からなる層を形成しており, 実質部と外観が異なる。実質部は longitudinal に走行する collagen fiber bundle が水平に結びつき, それが層状に配列されており, 垂直方向の fiber はほとんどみられない。変性は実質部に局在しており, collagen fiber の粗造化や離散, 水平断裂を認める (図3)。この水平断裂は資料作成時

図2 細かな fiber でネットワークを形成している。

図3 左上: close な水平断裂を示す。
右上: fibrillation を示す。
下段: 中心部に水平断裂, 変性を認める。

より肉眼的に確認されたもので, artifact ではない。この変性は外側辺縁部や内側縁よりも, また大腿骨側, 脛骨側より見ても中心部に見られ内側縁は collagen fiber の構築はよく保たれ変性は少ない。断裂部では, 表層と実質が明瞭に区別され実質部の collagen fiber の離散が著明であるが, 表層は断裂部位から collagen fiber が離散して行く様子はみえない (図4)。

組織所見では, 走査電顕でみられた変性部位に一致して myxoid change とでも言うべき退行変性が見られ eosin の染色性の低下, cellularity も周囲の健常部と比較して低下している。

図4 断裂部, collagen fiber bundle がラセン状にはどけていくように離散している。

図5 変性部位では eosin の染色性の低下 cellularity の低下が認められる。

考 察

走査電顕は3次元的に微細な構造を観察できる半面、固定乾燥などの操作でひずみ収縮は避けられず、artifact が入る欠点がある。半月板に於いてみられる ridge も artifact であるとする説もあるが^{3),4)} 年少児では少なく年齢を追って増加する傾向にあること、また円板状半月板のように同一試料において ridge の見られる部分と、そうでない部分が存在することから stress が作用した結果、または変性を示すものであると考えるのが妥当であろう。すなわち円板状半月板の内側縁が平坦であるのは、非荷重部であるために、変性を免れたためである。Stopak ら⁷⁾ は traction の方

方向に collagen fiber が配列されるという traction structuring mechanism を提唱しているが、ridge の方向が半月板にかかる stress を示すものかも知れない。縦断裂より内側では放射状に、外側では辺縁にそった ridge が観察されたが、内側では medio-lateral 方向の力が、外側には antero-posterior 方向の力が作用し断裂部位は力学的な弱点であったと推測している。

実質部の基本的な構造は、断面で観察すると、longitudinal に走行してきた collagen fiber が水平に結びついて広がり、それらが層状に重なった構造をとり、垂直方向の fiber はほとんど見られない。Smillie は⁶⁾ 半月板の水平断裂は変性を基盤とし、特に primitive type の円板状半月板では変性に、direct な compression, 前後方向や rotatory strain などの mechanical な作用が加わった結果であると述べているが、その上にこの解剖学的な特徴が水平断裂に大きな役割を演じていると考える。また半月板の栄養は外側辺縁部は血行により、他は滑液により栄養される⁵⁾ 半月板の中心部は血行もなく滑液の浸透も悪く mucoid 変性に陥り易いと Slany は述べているが、円板状半月板は厚さも正常より厚いため滑液の浸透が一層悪く、変性に陥り易いと思われる。

(九大第二病理, 牛島正博先生に感謝致します。)

文 献

- 1) Amako T.: On the injuries of the menisci in the knee joint of Japanese. 日整会誌33: 1-34, 1960.
- 2) Bullough P. G.: The strength of the menisci of the knee as it relates to their fine structure. J. Bone and Joint surg. 52B: 564-570, 1970.
- 3) 井上 一: 線維性軟骨の立体線維構築について. 整形外科基礎科学. 3: 201-207, 1976.
- 4) Kurt H. H. Merkel: The surface of human menisci and its aging alterations during age. Arch Orthop Traumat Surg. 97: 185-191, 1980.
- 5) Slany A.: Autopsische reihenuntersuchungen an kniegelenken mit besonderer berücksichtigung der meniscuspathologie. Arch. f. Orthop. 41: 256-286, 1941.
- 6) Smillie I. S.: Injuries of the knee joint: 39-69, Livingstone, 1970.
- 7) Stopak D.: Connective tissue morphogenesis is by fibroblast traction. Developmental biology. 90: 383-393, 1982.

質 問 福岡整形外科 小林 晶

1. 円板状半月板の部分切除の適応をどう考えるか？
2. 脛骨面の変化が大腿面のそれより強い理由は何か？

解 答 九州大学 田所 英二

1. 円板状半月板の変性は中心部を中心にかなり辺

縁まで拡がっており、部分切除で変性部位を完全に切除してしまうことは難しく、従って残した部分の変性が進行するために長期的にみると障害が起こってくると思う。

2. 円板状半月板は脛骨との接触面積が広く、このうえに大腿骨外顆の直接の圧迫が加わるため脛骨面の変化が強いのだと思う。