

Title	平滑筋線維の短縮時における直径の変化に関する組織学的検索
Sub Title	Histological studies on the fibre diameter at the shortening of the taenia coli of the guinea-pig
Author	森田, 久美子(Morita, Kumiko) 中山, 雪麿(Nakayama, Yukimaro)
Publisher	共立薬科大学
Publication year	1969
Jtitle	共立薬科大学研究年報 (The annual report of the Kyoritsu College of Pharmacy). No.14 (1969.) ,p.77- 80
JaLC DOI	
Abstract	
Notes	速報
Genre	Technical Report
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=AN00062898-00000014-0077

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the Keio Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

平滑筋線維の短縮時における直径の
変化に関する組織学的検索

森田久美子, 中山雪磨

Histological studies on the fibre diameter at the
shortening of the taenia coli of the guinea-pig
Kumiko MORITA, Yukimaro NAKAYAMA

はじめに

従来, 骨格筋における体積変化を調べてみると, 静止時と短縮時の体積の間には有意の差がないことが認められている。

Grundfest¹⁾たちは, 電子顕微鏡によって骨格筋の sarcomere length と, thick filament の packing density との関係について報告し, 両者の間に直線関係があることを示し, 筋原線維の次元においても, 短縮時の体積変化がないことを示した。

一方, 平滑筋においては, 上述の事実が適用されるか否かについての報告はまだない。

本実験は, 光学顕微鏡による組織学的方法を用いて, モルモット結腸紐平滑筋の短縮時における各筋線維の直径の変化を調べ, それをもとに Grundfest たちの骨格筋におけるデータと比較した結果, 平滑筋においても短縮時の直径の変化に, 骨格筋の場合とかなりの類似性が認められたのでここに報告する。

実験方法

体重約 250 g のモルモットをエーテル麻酔した後開腹し, 盲腸外壁を三方から縦走している結腸紐の適当な個所を 2 cm の長さで両端を糸で縛ってから切り離し, 37°C の Lock's 液に浸したものと, 両端を自由にして 118 mM-K⁺ を含む Lock's 液に浸して短縮させたものと 2 種類の標本をつくり, 直ちに 20% の中性ホルマリン (Lock's 液で稀釈) で共に 2 時間固定した。

固定した筋線維は固定時間と同時間水洗した後, ブチルアルコール, エチルアルコールの混液で徐々に脱水し, パラフィン包埋した。包埋した筋線維から, できるだけ筋線維に直角になるような筋線維横断面の永久標本をつくり, 顕微鏡で観察後, 適当な個所を選んで写真撮影をした。

標本は, 顕微鏡で 600 倍と 1,500 倍に拡大して写真撮影し, 各資料を projector で約 1 万倍に拡大投影しながら 400 μ^2 中に存在する横断された筋線維の輪郭を trace して検索の資料とした。なお, 縦断面の組織標本を作って解析を試みたが方法的に解析困難なので省略した。

実験結果

(1) 単位面積当たりの筋線維の数

初めに, projector で投影された筋線維が 400 μ^2 中に占める数を算定し, 正常な場合と収縮した場合とで, 算定された個数の分布にどのような偏倚がみられるかを調べた。

すなわち, 正常な筋線維では, 400 μ^2 中に 56~60 個の筋線維が存在する場合が最も頻度が高く, これが, 高K溶液中で短縮した場合には線維の数が 31~35 個存在する場合が最も高頻度に現われていることがわかる (Fig. 1)。

1) Grundfest H., et al, J. Cell Biol., **33**, 255-263 (1967).

これらの資料の中から各5例、合計10例の資料を選び、単位面積中の全筋線維の面積総和を求め、一本の筋線維の平均面積を求めた。

その結果、正常筋線維280例から一本の筋線維の平均面積を算出すると $3.08\mu^2$ であり、高K溶液中で短縮させた場合には、165例の平均面積が $7.06\mu^2$ となった。両者を比較すると後者が約2.3倍になっている。

(2) 単位面積中に算定された筋線維数と線維の直径の関係

次に(1)後半で得られた資料の他に単位面積中に算定された筋線維数の特に多いものと、特に少ないものを合計5例選びだし、各々の筋線維の直径と線維数の間の相関を調べた。その結果 Fig. 2 に示されているように、単位面積中に算定される線維の数は、線維の直径の変化に対して対数的に変化することがわかった (Fig. 2)。

(3) 正常 Lock's 液と高K溶液における筋線維の直径

次に、(1)で得られた結果の中から、正常の筋線維と短縮したその単位面積 ($400\mu^2$) 当たりの筋線維数が、最も高頻度に現われた資料の中から各単位面積中最も大きな面積を占めると思われる筋線維5個を目測で選び出し、その面積を測定した。そして各筋線維の横断面を正円とみなし、この面積から、筋線維の直径を計測し、Fig. 3 を得た。

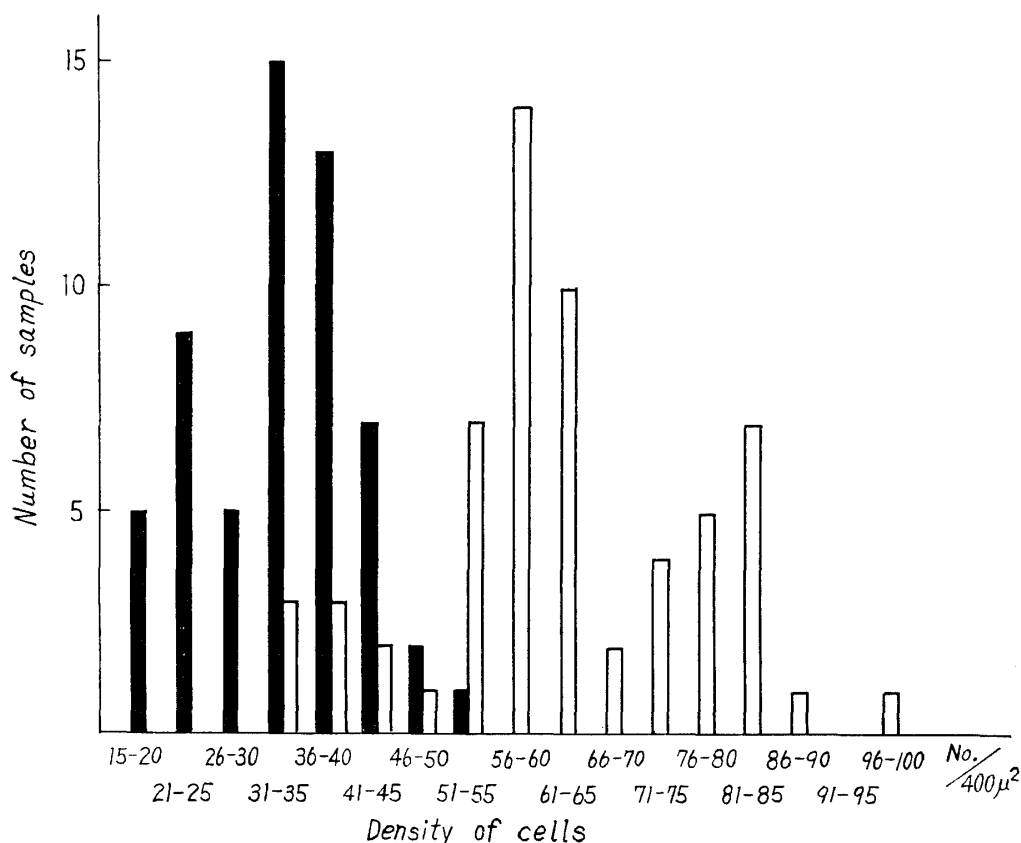


Fig. 1. Number of the fibres in the unit area ($400\mu^2$) of the smooth muscle preparation under the microscope.
 □ : Fixed in the normal Lock's solution.
 ■ : Fixed in the high potassium Lock's solution.

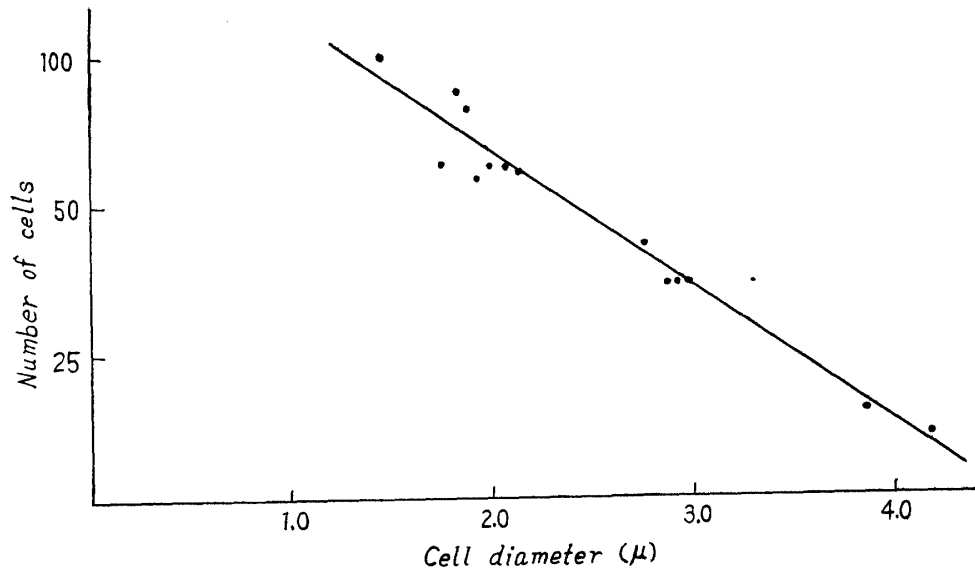


Fig. 2. The relation between the number of the fibres in the unit area ($400\mu^2$) and the fibre diameter. Abscissa, fibre diameter of the smooth muscle of the guinea-pig taenia coli. Ordinate, logarithmic scale of the number of the cells.

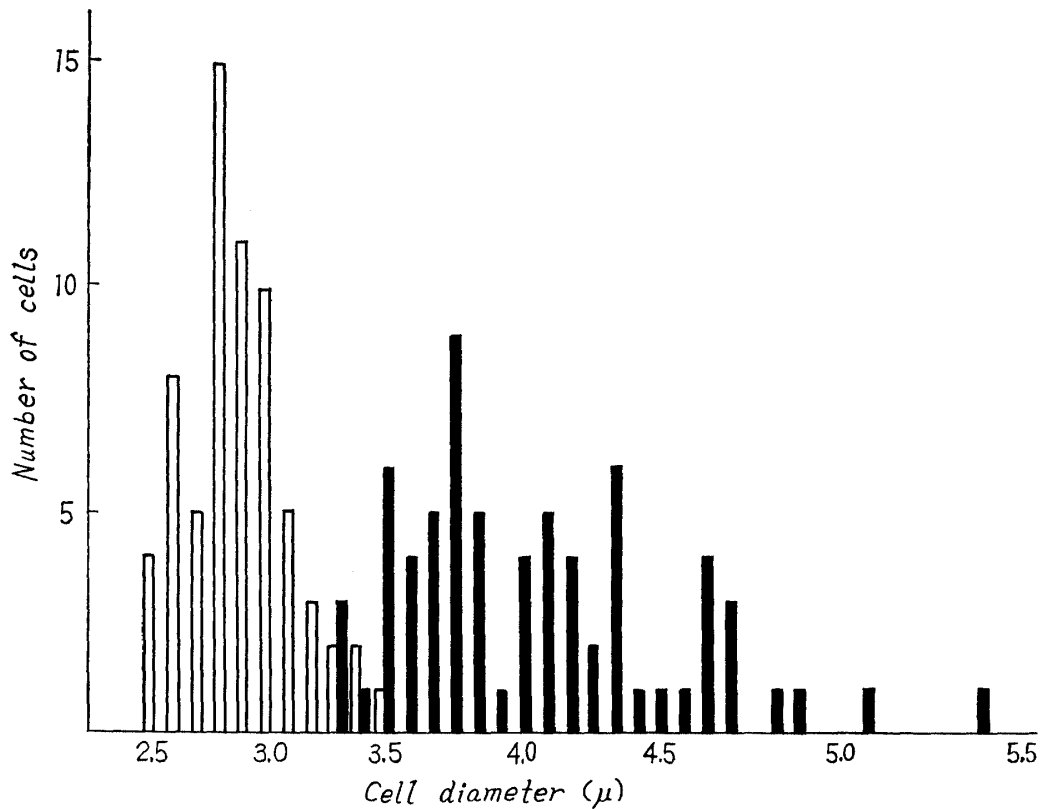


Fig. 3. Distribution of the fibre diameter of the smooth muscle preparation.
 □ : Fixed in the normal Lock's solution.
 ■ : Fixed in the high potassium Lock's solution.

鈴木たち²⁾は、モルモット結腸紐標本から、一本の筋線維の直径の平均と標準偏差が、 $3.9 \pm 1.4\mu$ であると述べている。本実験でも、Fig. 3 から明らかなように、筋線維の直径は $2.5\mu \sim 5.4\mu$ の間に分布している。この値は鈴木たちの結果とかなり類似していることを示している。従って本実験で得られた値の妥当性が認められる。

考 察

今、平滑筋の短縮時の体積変化を、無視できるものと仮定し、筋線維を円筒とみなして短縮時の筋線維の長さの変化を調べると、(1)の後半で得られた値から、横断面積が2.3倍になると短縮時の筋線維の長さは、正常のその約43%に短縮することになる。

ところで、A. F. Huxley たちによれば、骨格筋の正常の sarcomere length は 2.20μ であるという。この値から43%に短縮した時の sarcomere length を求めると、 0.95μ であるから、Grundfest たちの実験で得られたデータにこれらの値を入れて、thick filament の packing density と比較すると、正常の場合が短縮時の約2.3倍になっている。この値は本実験で得られた一本の筋線維の平均面積比と同一の値であることがわかる。

また、本実験において短縮時の筋線維の直径は、正常のその約1.52倍になっており、Grundfest たちのデータに照合すると、thick filament の separation が同じ短縮率の時に約1.52倍となっている。

以上の事柄から推測すると、平滑筋が短縮した場合の一本の筋線維の横断面積と直径の変化の割合は、骨格筋が短縮した場合の thick filament の密度と距離の変化の割合と全く一致していることがわかった。これらの同一性は平滑筋においても骨格筋と同様の機構のもとに収縮が行なわれていることを暗示するものである。

2) 鈴木たち：日本生理学雑誌，21，876 (1959)。

3) Huxley, A. F. and Julian, : J. Physiol., 171, 28p-30p (1964)。