

とした針を先端から5~6mmのところまで切断し、切断端をヤスリでとがらせた。また、実験時に針の脱落を防ぐため、針先端近くに瞬間接着剤を少量つけ試料に針を刺した。(Fig. 2)

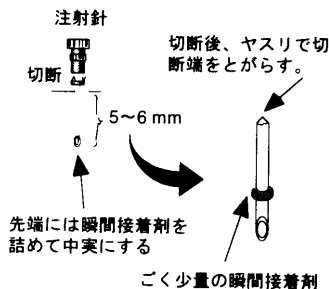


Fig. 2 Fabrication of the marker needles.

2.4 実験手順

まず、実験装置に取り付ける前の血管長を計測し、実験装置に試料の長さが生体内長と同じになるように取り付けた。その後、日本白色家兎の平均血圧である80mmHgを試料に内圧として負荷し、この状態で試料に針を4本、表面に垂直に外周を4等分するように刺した。そして約1時間この状態で放置した後、プレコンディショニングを行い、実験を開始した。実験の手順は以下の通りである。なお、実験は生理状態に近い環境で行うため、試料槽内のKH液を37℃に保つと同時に酸素加した。

(1) 平滑筋収縮前の内圧-外径試験

0mmHgから20mmHg毎に、一定圧に保ち3方向より画像を記録し、その後約3mmHg/sの速度で加圧するという操作を200mmHgに達するまで繰り返し行った。この後、200mmHgから0mmHgまで約3mmHg/sの速度で減圧した。

(2) 平滑筋収縮試験

0mmHgから80mmHgまで約3mmHg/sの速度で加圧し一定圧に保ち、まずノルアドレナリン(以下NE)投与前の状態を3方向より画像記録した。その後、NEを試料槽に 10^{-5} Mとなるように投与した。平滑筋収縮による外径収縮が顕著に見られる投与後10分までは1分毎に3方向から画像を記録し、またその後の投与後30分までを5分毎に3方向から画像を記録した。そして投与後30分で収縮完了と見なし、80mmHgから0mmHgまで20mmHg毎に一定圧に保ち、3方向から画像記録をし、約3mmHg/sの速度で減圧する、という操作を繰り返した。

(3) 平滑筋収縮後の内圧-外径試験

平滑筋収縮前の内圧-外径試験と同様の操作を行うことにより実施した。

2.5 画像解析

軸方向画像のパソコンへの取り込みおよび画像解析には、画像解析用ソフト(NIH Image 1.62 f, NIH)を用いた。

まず軸方向画像と半径方向画像のスケールが等しくなるように画像を拡大した。その後、半径方向画像から針の根本位置を確認し、また軸方向画像から針の傾きを確認し、Fig. 3に示すように作図することにより軸方向画像上での根本位置を決定した。

このようにして決定した針根本位置から各針間の区間円周長を算出した。区間円周長の計測方法としては、杉田ら(2003)の行った計測方法に従った¹⁾。

区間円周長を計測した後、次の式を使うことによって、NE投与t分後の区間nの収縮率を算出した。

$$\% \Delta L_{nt} = \frac{L_{n0} - L_{nt}}{L_{n0}} \times 100$$

L_{nt} : NE投与t分後の区間nの円周長

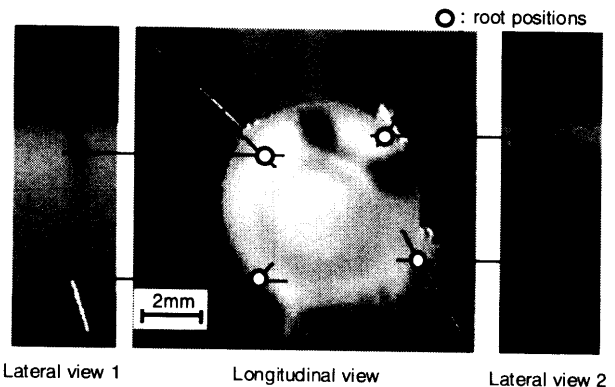


Fig. 3 Determination of the root positions of the needles.

3. 結果および考察

NE投与10分後の収縮率を区間毎にまとめたものをFig. 4に示す。腹側の収縮率は $30.0 \pm 4.4\%$ であるのに対して、背側の収縮率は $17.8 \pm 4.2\%$ とこれより有意に小さかった。一方、左右の収縮率には有意差はなく、腹側と背側の値のほぼ中間であった。

このような結果が生じた原因として以下のことが考えられる。すなわち生体内では、胸部下行大動脈は背骨に沿っているため、血管壁の背側は拘束されているが、腹側はあまり拘束されていない。このため、心拍に伴って血管は腹側の方がよく収縮・拡張する。このように、より大きな繰返し引張を受けていることで、血管壁腹側の平滑筋の方が背側の平滑筋よりも力学的反応が活発になっているのではないかと考えられる。

今後は、組織観察や単離した平滑筋細胞の引張試験を行い、今回の結果の原因究明をする予定である。

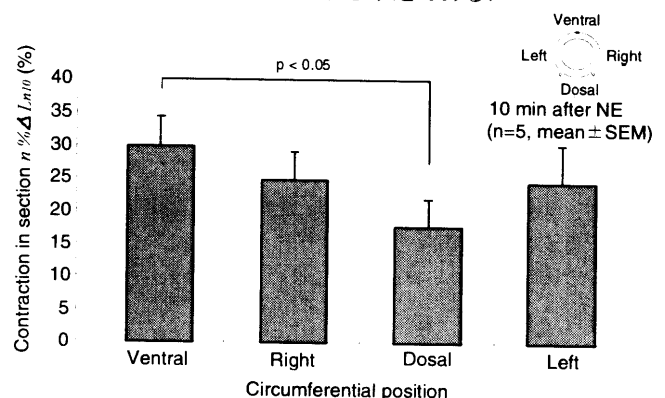


Fig. 4 Difference among circumferential positions at smooth muscle contraction. (10 min after NE)

参考文献

- 1) 杉田修啓, 松本健郎, 佐藤正明: 軸方向からの観察による血管壁内ひずみの周方向領域別計測, 日本機械学会論文集A編, 69巻677号(2003)