二十日鼠の線組系と網内系の細胞の総数と 総体積の比較。

Vergleichung der Gesamtzellzahl und des Gesamtzellvolumens des fibrohistiozytären und Retikuloendothelialsystems des Mausekörpers.

松 井 健 三 Kenzō MATSUI.

（昭和25年11月20日原稿受附）

線組系は身体至るところの器官の内外にある普通の結合組織にある線維細胞，線組球，組織球，単核球と粘膜にある細網細胞を一細胞系と見なし，それに与へられた名である。線組系細胞が種々の伝染疾患の防禦と治療に甚だ重要な役をなすことが近年判つて来た。しかるに網内系はその名の示すが如く，血液とリンパの流れに直接臨む内皮とそれに洗はれる細網細胞の称であつて，周知の如く伝染疾患の防禦と治療に与るけれども，微細のビールの如きは一時血管とリンパ管を流れ網内系の細胞に攝取せられることがあつても，次いで少からぬ部分が速かに管壁を潜つて外に出て線組系の領域に広がり，その諸細胞に捕捉せられることは明かである。

注意すべきは，最近の沢近（1950）の実験であつて，氏は家兎の皮下に大腸菌を入れ，3—14日後に皮下組織と脾の抽出液の殺菌力を比較し，皮下の線組系細胞の単位体積の殺菌力が脾の細網細胞のものの数倍であることを見たのである。

線組系は上記の如く皮下のみならず全身に広がり，その細胞の総量は甚だ大であると思はれるが，まだそれを実測したものがない。ただ一人 Lewis（1929）は約200gの白鼠の大腿の皮下にある結合組織の大食細胞，即ち組織球を算へ，全身の皮下組織にあるものの総数を8.55億，その体積を3400 cmmと概算し，その数は流血中の全白血球数1.08億の約8倍なることに注意した。

私は二十日鼠の皮下のみならず，殆ど全身の線組系の細胞の数と体積をできるだけ精密に計測して，これを網内系の主要所在器官なる脾と肝の同系細胞のものと比較することを志し，忍耐を以て事に従ひ，大体満足すべき成績を得たから，次にこれを報告する。

I. 材料と方法.

1. 線組系. 材料として生後約2月の健常雄性二十日鼠 (体重 24g) を選び, クロロホルムで殺し, 丁寧に剃毛し, 固定液の浸透を容易ならしめる爲に頭部, 胸部, 腹部の左側に夫々正中線を超えない程度の大なる1孔を作り, これに綿栓を施したのち10%ホルマリンに投じて1週間固定した. 次で5%三塩化醋酸で2週間脱石灰し, 後肢と尾を切離し, 頭から胴へかけて, 正中線よりやや左側で矢状に切断した. かくして得た頭と胴の右半部, 右の上下肢, 尾を0.5—0.9cmの厚さ又は長さ切断した. そしてチェロイデンに包埋し, 厚さ 25μ の連続切片を作り, 切片を交互にヘマトキシリンとエオシンの2重染色と Möllendorff の鐵ヘマテインラック染色を施した.

次にその連続切片の6—10枚飛びに皮下, 筋間, 血管周囲, 神経周囲, 諸器官の粘膜下, 気管自己, 気管周囲, 食道自己, 食道周囲の結合組織の細胞の総数とその総体積を計測した. その方法を詳しく云へば, 先づ至る所にある結合組織の部分々々を, その広さに応じて投射描写装置により40—100倍に, 又は描写プリズムにより600倍に拡大して紙に描写した. 而して細胞数を求めるには, 描写プリズムにて600倍に拡大描写せられた切片の至る所にある結合組織の一部 (例へば皮下等にて), または全部 (例へば小血管周囲等にて) の内にある細胞核の数を切片の全厚 (25μ) に亘つて算へた. 結合組織の一部につき算定する際は, 同一結合組織の数所から十数所につき同一算定を行ひ, その平均の値からその結合組織全部の細胞数を求めた. 次に細胞の総体積は, 結組織細胞の互の限界が明瞭でないので, 個々の細胞体積から之を求めることがむづかしい. そこで上記細胞数を求めたと同様の方法で, 結合組織の一部又は全部内にある結組織細胞の像を全部そのまま切片の種々の高さに於て描写し (高さの数を多くするほど結果が確実), その各高さに於ける細胞の総面積の平均値を求め, これに切片の厚さ (25μ) を乗じてその部分に於ける結組織細胞の総体積とした. この計測にはまことに大なる辛抱を要したのである. 結合組織の一部につき算定する際は, 上記と同様同一結合組織の種々部分につき同一算定を行ひ, その平均値からその結合組織全部の結組織細胞の総体積を推算した.

描写プリズムを用ひるときには, 顕微鏡の固有視野の明るさと描写紙面の明るさとの調和がうまく取れないと, 描写や細胞数の算定が不可能である. そのためには眼を十分暗適応せしめたのち, よく両者の明るさの調和を計らなければならない.

2. 網内系. 網内系は代表器官なる脾と肝のみで検査し, 前者では細網細胞, 後者では Kupffer 氏星細胞の総数と総体積を計測した.

先づ脾は赤血球と白血球を甚だ多く含み, 細網細胞は大部分これに被はれて居るから, そのままでは細網細胞を計測することは不可能である. そこで二十日鼠の死後直ちに開腹して脾を摘出し, その1所に1/4針を以て生理的食塩溶液を徐々に送入し, 脾が固有の色調を失つて全く灰白色となるまで根気よく食塩溶液を灌流させ, かくて全血液成分を除去したのちに, 10%ホルマリンにて1週間固定し, パラフィンに包埋し, 厚さ 10μ の切片を作り, ヘマトキシリンとエオシンで染めた. この際全血液を失ふことによつて, 脾の体積は大いに縮小するから, 予め対照として健常な二十日鼠の脾を取り, これを前者と同様に処理し, 両者の体積相違を調べ, 灌流脾の体積値を補正した. 脾では細網細胞の互の限界が明かでない(挿図), 個々の細胞を描写することができない. そこで細胞が網状に連つているままを(核の有無にかかはらず)悉く描写プリズムにて1mm目の方眼紙の面積 $5\times 5\text{cm}$ のうちに1,000倍に拡大描写し, 次にそれに含まれる核の数を算へた(切片の全厚に亘つて). 描写せられた細胞網の実面積 $\times 10\mu$ (切片の厚さ)は脾の $50\times 50\times 10$ 立方 μ にある細網細胞の総体積であり, これを核数で除せば大略1個の細網細胞の体積が得られる.(上文線組系参照)

二十日鼠の灌流脾の網状組織. チュロイデン包埋. ヘマトキシリン-エオシン染色. 切片の厚さ 10μ , 拡大1,000倍.

Das Retikulumgewebe von der durchspülten Milz der Maus. Einbettung in Zelloidin, Färbung mit Hämatoxylin-Eosin. Dicke des Schnittes 10μ , Vergrößerung. 1,000 $\times$.

次に肝の Kupffer 氏星細胞は生染せねば明確に認め難い. 然し生染を行ふと全身の線組系が賦活せられて大いに變化するから, 別の同大の二十日鼠を生染して計測を行ひ, その値を本実験に用いた二十日鼠の肝のものに代用した. 生染にはトリパン青を用いた. これを静脈内に注入し, 翌日肝を取つてスーサ液で固定し, 厚さ 15μ のチュロイデン切片を作つた. 計測は脾と同様方眼紙の面積 $5\times 5\text{cm}$ 内に細胞を描写したが, 細胞体積の計測は, 個々の細胞体の限界が明瞭なので, 個々の細胞の種々の高さに

於ける形を描写し、その面積の平均値を求め、これに細胞の高さを乗じて体積を求めた。注意すべきは細胞の眞の高さは、計測値にキシロールパルサムの屈折率1.52 を乗じたものなることである。

II. 検 査 の 成 績.

A. 線 組 系.

表 1. 二十日鼠右半部の線組系細胞の総数とその総体積 (cmm).

		合 計	皮 下	筋 間	動脈周囲	静脈周囲	神経周囲
頭 部	数		6,137,500	362,900	74,700	88,200	46,900
	体積		11.44	0.40	0.11	0.12	0.06
頸 部	数		3,573,200	587,400	45,900	44,300	20,800
	体積		8.12	0.64	0.09	0.09	0.03
胸部と上肢	数		14,817,200	354,700	71,800	42,800	89,000
	体積		31.69	0.34	0.23	0.07	0.14
腹 部	数		21,484,300	148,100	704,900	550,700	88,500
	体積		41.78	0.23	1.57	1.32	0.11
骨 盤 部	数		13,190,800	207,900	114,400	126,900	127,700
	体積		37.55	0.24	0.30	0.39	0.21
下 肢	数		16,278,800	199,700	110,500	98,500	156,300
	体積		27.36	0.18	0.15	0.11	0.14
尾	数		3,216,400	79,300	37,000	18,600	29,900
	体積		12.19	0.07	0.09	0.03	0.04
口腔粘膜下	数 体積	2,784,300 2.36					
舌 粘 膜 下	数 体積	372,700 0.35					
舌 筋 間	数 体積	128,900 0.13					
食道周囲	数 体積	54,700 0.08					
食道自己	数 体積	747,200 0.65					
気管周囲	数 体積	65,300 0.06					
気管自己	数 体積	1,185,300 1.08					

附記：線組系細胞の全数177,329,800. その全体積364.68cmm. 1細胞の体積の平均は 2056.5c μ . キシロールパルサムの屈折率1.52.

右半身の皮下，筋間，血管周囲，神経周囲，諸器官の粘膜下，気管自己，気管周囲，食道自己，食道周囲の結合組織に就き，上述の方法で得た計測値を，纏めて表1に掲げた。

云ふまでもないが，切片に於て平たい結核細胞の面から見ての計測は容易であるが，その面に垂直または斜の断面からの計測は，前記の法によつても甚しく困難，時に不能であるから，第1表の細胞の計測値は，極めて嚴格には正確とは云へないけれども，いまの研究目的には十分であることを附言する。

B. 網内系.

自然の脾の体積Vと生理的食塩溶液を以て灌流して全血液と細網細胞の派生細胞の大部分を駆逐した脾の体積V' とには，チェロイデン包埋直前に，凡そ $V=1.5V'$ の関係があり，これを顧慮して表2に示す値を得た，表には肝のKupffer氏星細胞の計測値をも掲げた。

表2. 二十日鼠の脾と肝の網内系細胞の総数とその総体積.

脾の細網細胞	数	56,329,000
	体積 (cmm)	26.22
	1細胞の体積の 平均値 (c μ)	465.5
肝のKupffer氏細胞	数	107,600,200
	体積 (cmm)	16.72
	1細胞の体積の 平均値 (c μ)	155.4

附記. 脾の体積65cmm, 肝の体積750cmm, キシロールバルサムの屈折率1.52.

III. 考 察.

両表の計測値の考察には材料の処理と計測の方法をよく考慮しなければならない。ここに検査した線組系は身体にあるものの全部ではないが，その大部分であり，また網内系は脾の細網細胞と肝の星細胞だけであるが，この両器官の網内系は身体に於いて主要のものである。また計測は極めて精密とは云へないけれども，材料の性質上，この程度は許されてよいと思ふ。両表を比較して知られる重要な事項は，

1. 胸部，腹部，骨盤部の内臓と，脳，脊髓，眼球，鼻腔壁を除いた全身の線組系の細胞（線維細胞，線組球，組織球，単核球）の総数は，1億7700万余，脾と肝にある網内系の細胞（細網細胞とKupffer氏星細胞）の総数は，1億6400万余で，両者ほぼ相匹敵する。

2. しかし細胞の総体積は，線組系に365cmmで，実に脾の細網細胞と

肝の星細胞の43cmmの約8倍である。因みに沢近(1650)は家兎の脾で、1cmmにある細網細胞とその派生細胞の総数が660,000で、その総体積が0.273cmmであることを見た。

故に全身の両系の類似の機能に関しては、細胞の容積が格段に勝る線組系の方の能力が遙かに大きいであらう。

IV. 結 語.

生後約2月の健常雄性二十日鼠に於ける全線組系の大部分と脾と肝の網内系の細胞の計測を試みた。

胸、腹、骨盤部の内臓と、脳、脊髓、眼球、鼻腔壁を除いた全身の線組系の細胞の総数は1億7700万余であつて、脾の細網細胞と肝の星細胞の総数の1億6400万にほぼ等しく、細胞の全体積は前者に365cmm、後者に43cmmで、前者が約8倍である。線組系細胞はまだ検しない諸内臓にある線組系細胞を加へれば、数と体積に於いて約4分1増すであらうと想像せられ、線組系が免疫と物質代謝に於いて甚だ重要なことが窺はれる。

Autoreferat.

Der größte Teil der Zellen des fibrohistiozytären Systems im ganzen Körper und des Retikuloendothelialsystems in der Leber (Sternzellen) und Milz (aber nur Retikulumzellen) der erwachsenen Maus wurden histometrisch untersucht. Die Gesamtzahl der Zellen im fibrohistiozytären System (etwa 177,000,000) ist, wenn man von den Eingeweiden der Brust, des Bauches und des Beckens, dem Gehirn, dem Rückenmark, dem Angapfel und der Nasenhöhlenwand absieht, fast eine gleiche mit derjenigen der genannten Zellen des Retikuloendothelialsystems in der Milz und der Leber (etwa 164,000,000). Das Gesamtvolumen der Zellen ist bei dem ersteren System etwa 365 cmm und bei dem letzteren etwa 43cmm. Das Gesamtvolumen des fibrohistiozytären Systems ist also etwa achtmal größer. Wenn man die fibrohistiozytären Zellen in den noch nicht untersuchten Eingeweiden zu den oben genannten addiert, so nehmen vielleicht die Zahl und das Volumen des fibrohistiozytären Systems noch um etwa ein Viertel zu. Daraus darf man sicherlich schließen, daß das fibrohistiozytäre System von überaus großem Gesamtvolumen bei den Immunitätsvorgängen und dem Stoffwechsel eine sehr große Rolle spielt.

文 献.

Lewis, W. H.: Macrophages and other cells of the deep fascia of the thigh of the rat. *Contr. to Embryol.* 20 (1929). — **Sawachika, H.:** Effects of fibro-histiocytic system extract on bacteria. *Arch. hist. jap.* 1 (1950).