

ヒト指頭球部皮膚血管の微細構造

梅田 直人, 谷 太三郎, 井上 普文, 池田 章*, 田中 均*

corrosion casting 法により作製したヒト指頭球部鑄型血管標本を走査電子顕微鏡により観察し, 毛細血管係蹄 (**capillary loop**) の微細構造を解析した。

capillary loop は, 上行脚と下行脚に分けられ, 下行脚はその内径が上行脚に比して約1.3倍となり乳頭下静脈へと移行していた。指頭球部の **capillary loop** に次の3型が観察された。1) 単純な構造…上行脚, 下行脚それぞれ1本の毛細血管より形成されているもの, 2) 複雑な構造…数本の毛細血管より形成され, それらが乳頭内部で2~3枝に分岐し, その各々がラセン状に上行, 反転しているもの。3) 1), 2) の中間的構造。

これら構造の相違は, 老化現象による乳頭の増殖に伴い変化したものと推察される。

(昭和62年10月19日採用)

A Scanning Electron Microscope Study of the Capillary Loops in Human Hand Skin

Naoto Umeda, Tasaburo Tani, Takafumi Inoue, Akira Ikeda* and Hitoshi Tanaka*

The microvasculature of the ball of the finger of an 85-year-old man was examined by means of scanning electron microscopy of corrosion casts. Each papilla had a loop of capillary vessels with ascending limbs, a hairpin turn and descending limbs. After the loop passed a hairpin turn, the descending limbs were 1.3 times larger than the ascending limbs. Three patterns of capillary loops were observed in this area: 1) a single loop pattern, straight or coiled in structure, 2) a complex loop pattern, in which the capillary loops were formed out of not just one capillary vessel, but out of two or three vessels. Each capillary vessel arose and divided into several branches at the papilla and they became descending limbs. 3) a pattern midway between types 1 and 2.

We believe that changes in the papillae due to aging cause these differences.

(Accepted on October 19, 1987) *Kawasaki Igakkaiishi* 14(2): 173-179, 1988

Key Words ① Scanning electron microscope ② Resin cast ③ Human hand skin ④ Capillary loop

はじめに

皮膚の血管に関しては、古くから様々な研究がなされている^{1)~7)}が、その血管分布が非常に複雑であり、加えて部位により異なるため所見及び見解は必ずしも一致していない。ヒト手掌の血管構造に関しても、指紋を有し角質が厚く、良く発達した乳頭を有するという特異的な構造のため多くの研究がなされ、光学顕微鏡(墨汁注入等⁸⁾)、電子顕微鏡⁹⁾によりその形態、組織学的特性などが報告されている。

毛細血管係蹄(capillary loop)の3次元の立体構造については、1978年、井上が切断指で

の研究において断片的に述べている¹⁰⁾が、材料が制約されるため詳細な報告はなされていない。我々は、corrosion casting法により作製したヒトの指頭球鋳型血管標本を走査電子顕微鏡により観察し、capillary loopの微細構造を立体的に解析し、新知見を得たので報告する。

方 法

材料は、85歳、男性で皮膚疾患のない死後48時間の遺体を用いた。

橈骨動脈及び静脈をカニューレーションし、ヘパリン加生食にて十分洗浄した(洗浄圧100

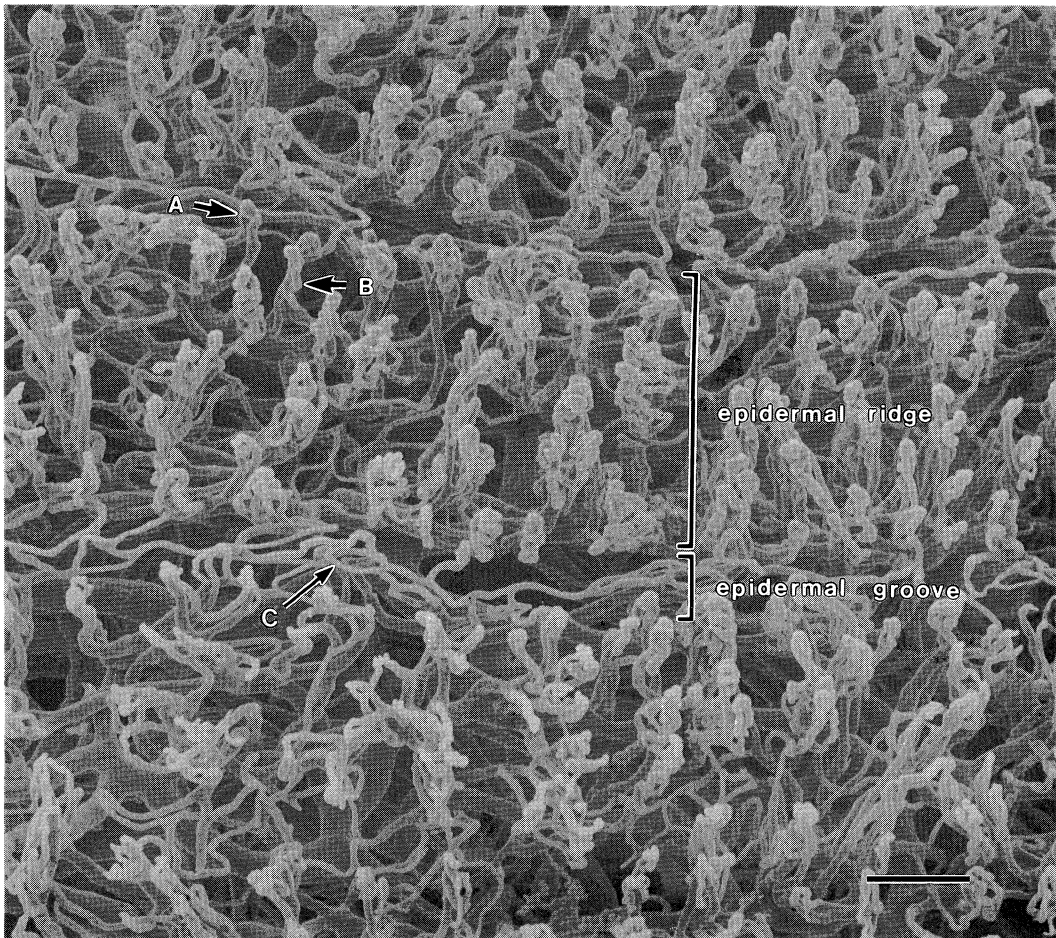


Fig. 1. The ball of the finger (taken from an angle of 45 degrees and following the epidermal ridges)

Scale: 100 micron

Arrow B: coiled structure

Arrow A: straight structure

Arrow C: arterial capillary network

mmHg 以下). 注入鑄型剤は, Mercocx (大日本インキ製造, 応研商事発売) を用いた.

橈骨動脈より鑄型剤を注入し, 硬化するまで約2~3時間放置し, 鑄型剤硬化後, 20% NaOH 水溶液にて軟部組織を腐食させ(3~5日)流水にて洗浄後, 自然乾燥した. 試料乾燥後, 指頭球部を切り出し金蒸着後 Hitachi S-570 走査電子顕微鏡にて観察した.

結 果

ヒト指頭球は, 皮膚小稜 (epidermal ridge) の幅が平均 280 ミクロンと広く, 一方皮膚小溝

(epidermal groove) の幅は平均 67 ミクロンと狭くなっていた (Table 1). 皮膚小稜内に存在している capillary loop は, 不規則に配

Table 1 Width (epidermal ridge and groove), dimensions and height of capillary loops

width		
epidermal ridge	260~320	(280)
epidermal groove	50~80	(67)
dimensions		
ascending limb	4.1~11.5	(7.4)
descending limb	6.6~13.2	(9.7)
height		
	60~140	(89.6)
	(average, micron)	

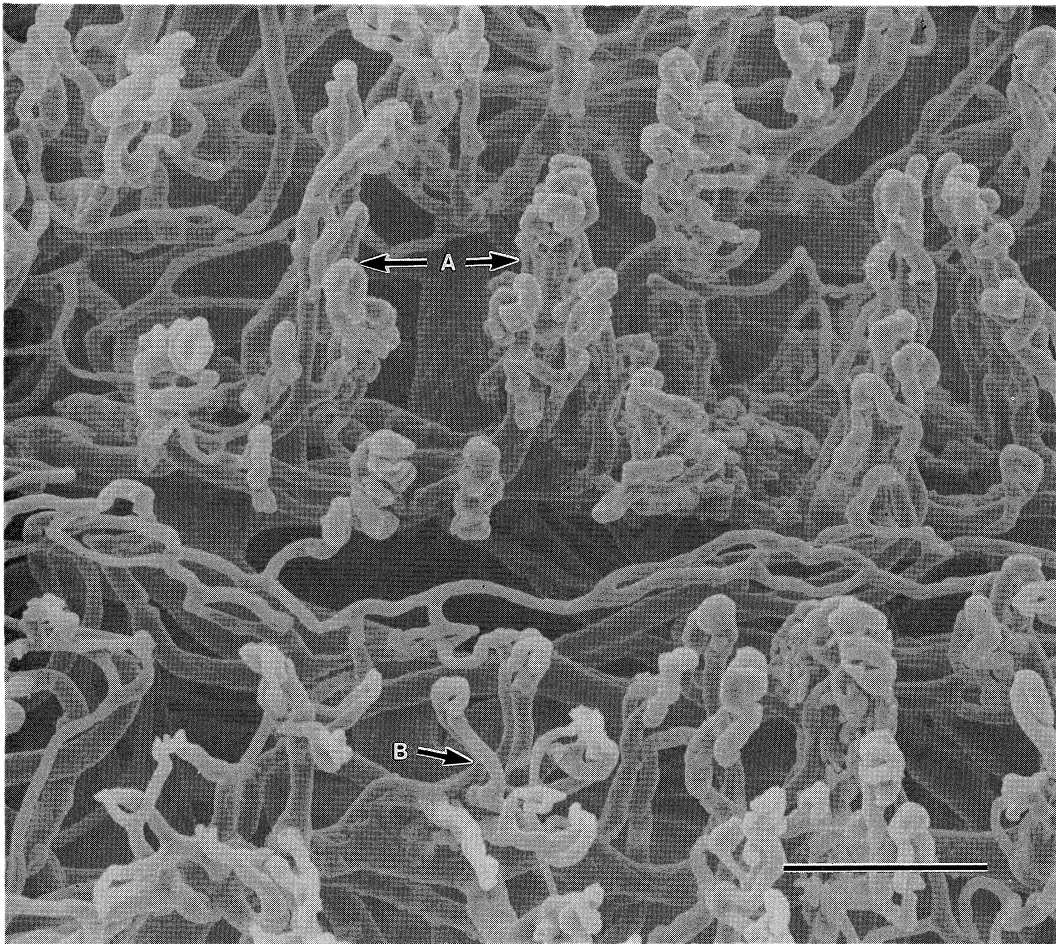


Fig. 2. A magnification of Figure 1

Scale: 100 micron

Arrow A: complex loop structure

Arrow B: Each capillary loop had simple structure, but its root crowded.

列しており、乳頭下血管網より浅層の表皮直下で皮膚小溝に沿って存在する動脈性毛細血管網が観察された (**Fig. 1**, arrow C).

capillary loop は、上行脚及び下行脚に分けられる。上行脚は、皮膚に対してほぼ直角に上行し、反転して下行脚へと移行していた。下行脚の内径は平均9.7ミクロン、上行脚は平均7.4ミクロンであり、下行脚は上行脚に比して約1.3倍になっていた。また、capillary loop の高さは、60~140 (平均89.6) ミクロンと大小のものが混在していた (**Table 1**).

capillary loop の構造は、次の3型に分けられる。

1. 単純な構造

この型の capillary loop は、上行脚、下行脚がそれぞれ1本の毛細血管より形成されており、乳頭内でまっすぐに上行、下行しているもの (**Fig. 1**, arrow A)、あるいは、乳頭内でラセン状を呈しているもの (**Fig. 1**, arrow B) である。

2. 複雑な構造 (**Fig. 2**, arrow A)

この型の capillary loop は、動脈性毛細血管網より上行する数本の毛細血管より形成されており、それらが乳頭内部で2~3枝に分岐しながら上行し、その各々が反転して下行脚へと移行していた。

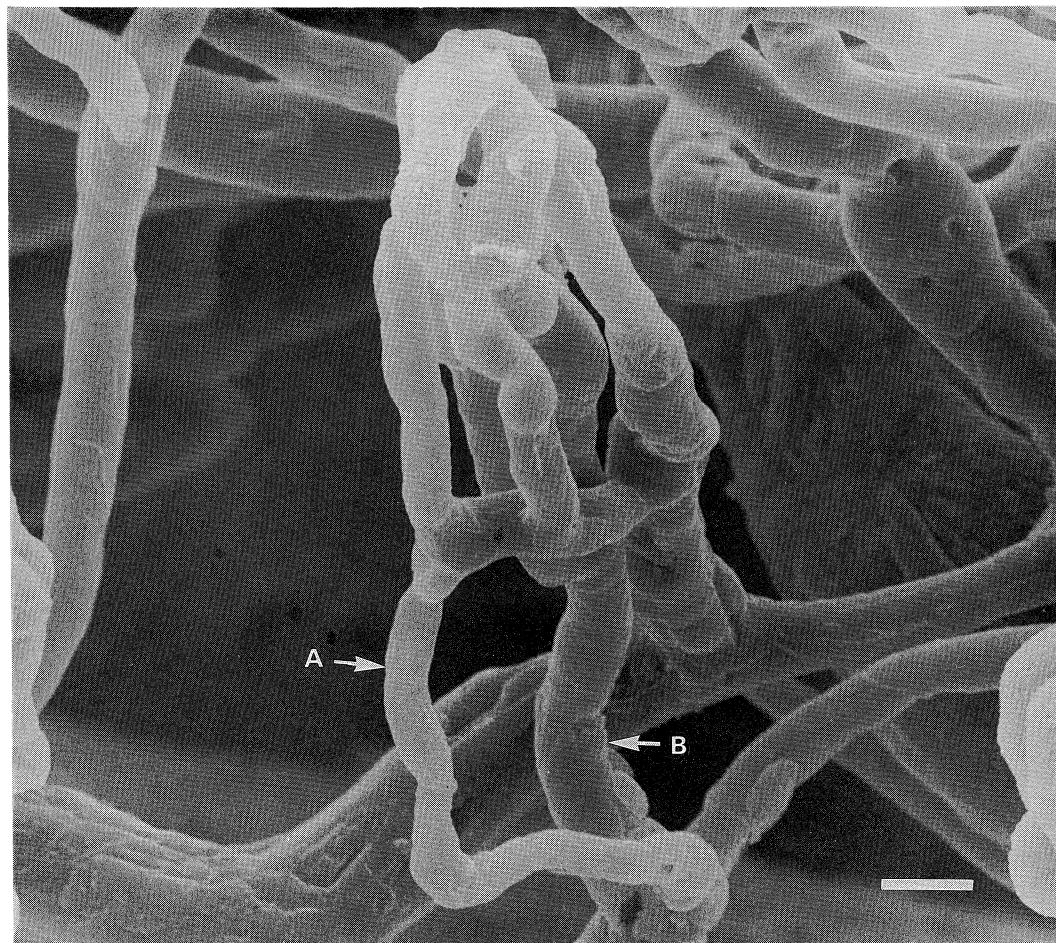


Fig. 3. A magnification of type 3

Scale: 10 micron

Arrow A, B: arterial capillary vessels which formed the capillary loop

3. 1. 及び 2. の中間の構造 (Figs. 3, 4)

この型の capillary loop は、比較的単純な構造をしているが、1, 2本の毛細血管により形成されており、それらが乳頭内で分岐していた。

Figure 3 で示す capillary loop は、比較的単純なものとなっているが、動脈性毛細血管網より上行する2本の毛細血管 (arrow A, B) により形成されていた。矢印Aの毛細血管は、乳頭内部で2枝に分岐し、一方はそのまま上行後、反転して下行脚へと移行していた。また他方は、分岐後直接下行脚へと連絡していた。一方、矢印Bの毛細血管は、反転後下行脚が、前述の上行脚、下行脚短絡部と連絡して

いた。

Figure 4 で示す capillary loop の構造は、動脈性毛細血管網より上行した1本の毛細血管が、乳頭内部で2枝に分岐しその各々が反転して下行脚となり、それら下行脚も同様に吻合しながら静脈網へと移行していた。capillary loop の構造は、上記の3型が観察されたが **Figure 2** 矢印Bで示すような興味ある形態が認められた。すなわち capillary loop の根部は比較的密集しているが、その先端部は放散しており loop の構造は比較的単純なものである。

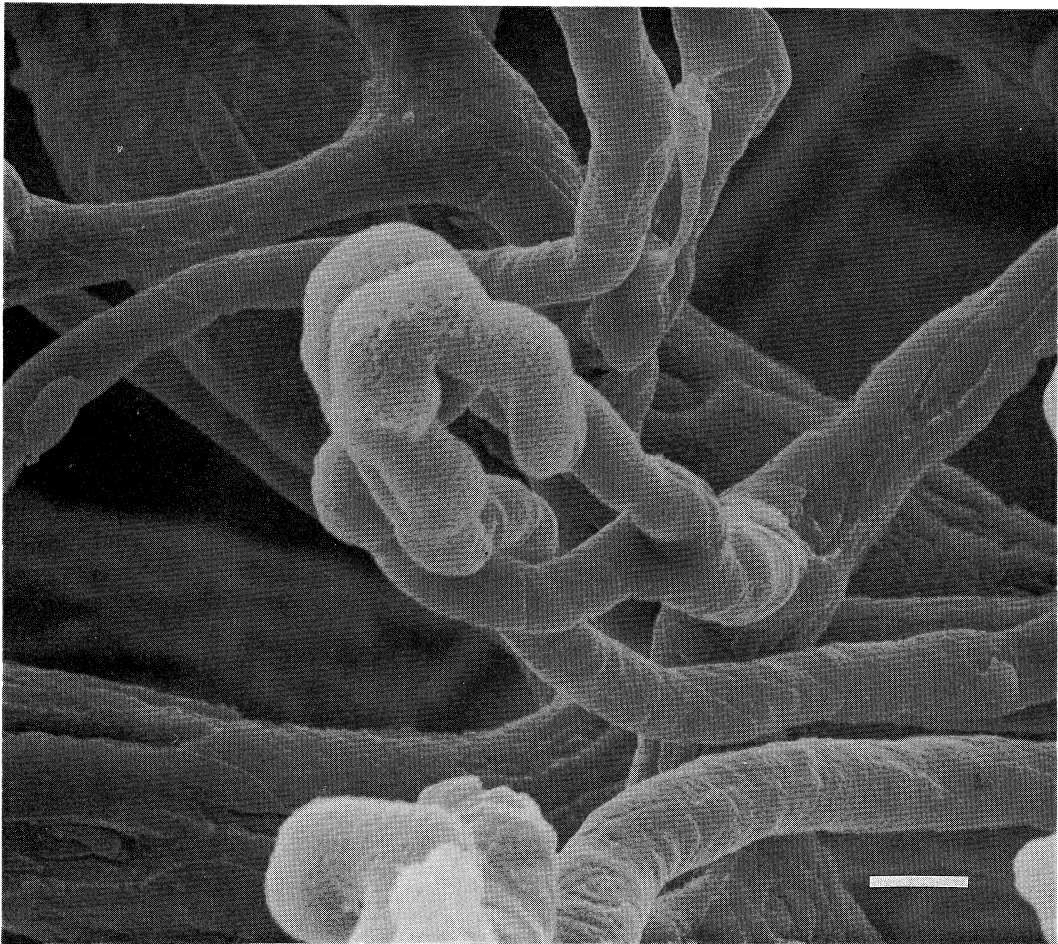


Fig. 4. A magnification of type 3
Scale: 10 micron

考 察

手掌の乳頭は、皮膚小溝に一致して2列に対向して存在すると言われている^{8),11)}が、1979年岡島は、成人ないし老人においては乳頭の増殖が無秩序に広がり、その結果、皮膚小稜が平坦化して摩擦したような感じの老化現象が生じると報告している。¹²⁾ 著者らの研究試料においても皮膚小溝に比して皮膚小稜の幅が約4倍広く、また、capillary loopは、皮膚小稜内において不規則な配列が認められた。これは岡島が述べているように年齢的な変化と思われる。

手掌の capillary loop の形態について丸山は、上行脚、下行脚は軽度の蛇行を示すものが多いと述べている。⁸⁾ また、井上は、切断指での鋳型作製による研究において、その形態は、ラセン型構造であると述べている¹⁰⁾ がその詳細については構造上不明な点が多く残されている。我々の研究においても丸山、井上らが述べているような非常に単純な構造の capillary loop も認めた (Fig. 1, arrow A, B)。しかし、Figure 2~4 で示したように数本の毛細血管により形成され、乳頭内部でそれらが分岐するという複雑な構造を呈するものが存在することが明らかになった。

これら複雑な構造の capillary loop の発達は、手掌は外的圧力を受けやすい部位であるため、その圧力に抗して血流量を維持するための目的に合った形態的变化と思われる。

著者らは、ニホンザル (3~5歳) 手掌毛細血管の研究において、ニホンザル母指球部で

は、乳頭下血管網より浅層の表皮直下に新たに1層表皮下毛細血管網が存在していることを報告した。¹³⁾ Figure 1 で皮膚小溝に沿って存在している動脈性毛細血管網もニホンザル母指球部の血管系と同様で、ヒトにおいても過去に考えられている乳頭下血管網より浅層に更に、表皮下毛細血管網の存在が推測される。

また、ニホンザル指頭球部の capillary loop は、Figure 2 矢印Aで観察されたものと類似しており、それらが皮膚小稜に沿って2列に対向して規則正しく配列していた。これらのことより、ヒト手掌の capillary loop の基本的な形態は、Figure 2 で認められた複雑な構造で、この基本形態が老化現象である乳頭増殖により分離し、比較的単純な構造に変化するものと思われる。capillary loop の大小の混在は、増殖中の種々な段階の乳頭が混在しているため、Figure 2 矢印Bで認める花が開いているような構造は、capillary loop の基本形態が乳頭増殖に伴い単純な構造に変化する分離段階のものと考えられる。

以上、ヒト指頭球部の capillary loop に関する新しい知見について若干の考察を加え報告した。本研究では、いままで困難であった1個体の手掌皮膚の比較検討を行った。今後更に各年齢層による比較及び手掌以外の皮膚との比較検討を試みたい。

本研究の一部は昭和61年川崎医科大学プロジェクト研究61-206で行った。

文 献

- 1) Popoff, N. W.: The digital vascular system, with reference to state of glomous in inflammation, arteriosclerotic gangrene, diabetic gangrene, thromboangitis obliterans and supernumerary digits in man. Arch. Pathol. 18: 295-330, 1934
- 2) Flint, M. H.: Some observations on the vascular supply of the nail bed and terminal segments of the fingers. Br. J. plast. Surg. 8: 186-195, 1955
- 3) Odland, G. F.: The fine structure of cutaneous capillaries. In Advances in biology of skin. Vol II, Blood vessels and circulation. eds. by Montagna, W. and Ellis, R. A. Oxford, New York, Pergamon Press. 1961, pp. 57-70
- 4) Winkelmann, R. K., Scheen, S. R., Jr., Pyka, R. A. and Coventry, M. B.: Cutaneous vascular

- patterns in studies with injection preparation and alkaline phosphatase reaction. *In Advances in biology of skin. Blood vessels and circulation*, eds. by Montagna, W. and Ellis, R. A. Oxford, London, New York, Paris, Pergamon Press. 1961, pp. 1—19
- 5) Rodin, J. A. G.: The ultrastructure of mammalian arterioles and precapillary sphincters. *J. Ultrastruct. Res.* 18: 181—223, 1967
 - 6) Rodin, J. A. G.: Ultrastructure of mammalian venous capillaries, venules, and small collecting veins. *J. Ultrastruct. Res.* 25: 452—500, 1968
 - 7) Braverman, I. M. and Yen, A.: Ultrastructure of the human dermal microcirculation. II. The capillary loops of the dermal papillae. *J. Invest. Dermatol.* 68: 44—52, 1977
 - 8) 丸山正道: 日本人身体各部真皮乳頭の形態及び之に分布する毛細血管分布機構に関する研究. *久留米医学会誌* 18: 798—811, 1955
 - 9) Takeda, M. and Hattori, S.: Presence of fenestrated capillaries in the skin. *Anat. Rec.* 173: 213—220, 1972
 - 10) Inoue, H.: Three-dimensional observation of microvasculature of human finger skin. *The Hand* 10: 144—149, 1978
 - 11) 溝口史郎: 図説組織学. 東京, 金原出版株式会社. 1983, pp. 197—208
 - 12) Okajima, M.: Dermal and epidermal structure of the volar skin. *Birth Defects* 15: 179—198, 1979
 - 13) Umeda, N. and Ikeda, A.: A scanning electron microscope study of the capillary loops in the dermal papillae. The hand skin in the Japanese monkey (*Macaca fuscata*). *Acta Anat.* (in press)