原 著

歯肉内縁上皮の超微構造の立体的観察

高 橋 常 男 横 地 千 仞

神奈川県大学解剖学教室*

高 橋 和 人

神奈川県大学口腔解剖学教室*

〔受付: 昭和 52 年 1 月 7 日〕

抄録: 歯肉内縁上皮の浸出液中には、白血球が含まれていることにより、これを指標として、白血球が結合組織から上皮を通して歯肉溝へ出てくる過程から、浸出液の通路を立体的に観察し、歯肉内縁上皮の特異な機能を形態学的に実証する目的で行なった。歯肉溝上皮の表面構造は、比較的平坦であり microvilli や microplication で被われている。また表面には、所々に数 μ の小孔が存在し、歯肉溝へ開口している。付着上皮の表面構造は、無数の微小な孔を有し、pitted surface を呈している。上皮付着の表層を剝離した結果現われた表面形態は、細胞質突起が密生しており、この細胞質突起は、細胞周囲と、一部細胞表面では少なく、浅い溝を形成している。これらの溝の合流点には、さらに下方へと連なる小孔がみられる。基底膜は、走査電顕像では、一枚の無構造の膜様物として存在し、そこにも前述の小孔がみられる。また結合組織内においても線維性の小孔が、しばしば観察される。

緒 言

歯肉内縁上皮は、一般的には角化しておらず上皮の突起を欠いた 5~15 層の重層扁平上皮からなる。細菌の毒素は、この上皮を通過して隣接する結合組織に浸透することもあり^{16, 40, 56, 58)}、また逆に浸出液は、上皮を通過して結合組織から歯肉溝へと分泌されることもある^{5, 6, 30)}。即ち、透過性に関して他の口腔粘膜上皮とはいささか性質を異にする上皮であることが知られている。

この内縁上皮には、歯肉溝内面を被っている歯肉溝上皮と歯小皮を介してエナメル質と付着している上皮付着とがあり^{33, 46, 49)}、それぞれの表面構造に大きな違いがある。

歯肉内縁上皮の形態について扱った文献は、比

較的少ない。健康歯肉では、新井²⁾ (1963) が、ヒトにおいて一般口腔粘膜と対比しながら電顕的観察を行ない、この部位の浸出液の流出という現象に対応する理由として、上皮細胞層の薄さを指摘した。また角田²⁸⁾ (1965) は、イヌで付着上皮の微細構造並びに異物浸襲によるその形態変化を報告した。Gavin²¹⁾ (1968), Schreoder^{44, 45)} (1969, 1970), Frank and Cimasoni¹⁹⁾ (1970) らは、イヌ、ネコで歯肉溝上皮が多くの点で非角化口腔粘膜上皮と似ているが、ただ多数の好中球の浸潤と最表層の細胞間の intercellular space が弛緩しやすいことが異なっていると報告した。

炎症歯肉では、ヒトにおいて Freedman²⁰⁾ (1968) が炎症細胞浸潤と組織破壊の病因におけるその役割について注目し、Mazzella³⁵⁾ (1968) や Thil-

A scanning electron microscopic study of the sulcular epithelium and the epithelial attachment.

Tsuneo TAKAHASHI, Chihiro YOKOCHI and Kazuto TAKAHASHI (Department of Anatomy and Oral Anatomy, Kanagawa Dental College, Yokosuka)

* 神奈川県横須賀市稲岡町 82 (〒 238)

Jap. J. oral Biol.. 19: 241-263, 1977.

ander⁵⁷⁾ (1968) は、細胞内変化に局限して観察し、前者は、ミトコンドリアの消失や細胞質内の空胞の増加など後者は、basal lamina の変化、intercellular space の広がり、glycogen 量などの変化について報告した。Gavin²²⁾ (1970) は、イヌ、ネコで intercellular space の広がり、増加、好中球浸潤、細胞変性などについて報告した。一方内縁上皮下層及び結合組織については、Garant²³⁾ (1971), Innes²⁴⁾ (1973) が歯肉溝上皮の特に、基底細胞と結合組織との関係を報告した。また Johnson²⁵⁾ (1972), Kopgzyk²⁹⁾ (1974) は、サル、イヌにおいてそれぞれ歯肉溝上皮の刺激に対する角化能力について報告し、Takarada⁵²⁻⁵⁵⁾ (1974) は、慢性歯周疾患における pocket 上皮を、角化性(発生の由来)の違いからその部を二つに分けてそれらの微細構造の差について報告している。これらの報告は、すべて透過型電顕の所見であって、走査型電子顕微鏡を使って立体的視野からの検索はみられない。

次にこの内縁上皮の機能の一つとして浸出液の流出がある。Waerhaug⁶⁰⁾ (1952) が、gingival sulcus 内で浸出液の constant flow のあることを報告し、その後 Brill^{5,6,7)} (1958, 1959) らによってその存在が実証され、その流れが毛細管の透過性と関連していることが明らかにされた¹⁸⁾。そして、Mann³⁴⁾ (1963), Egelberg¹⁵⁾ (1963), Salkind⁴¹⁾ (1963), Browne⁹⁾ (1964), Weinstein⁶²⁾ (1967) ら多くの研究者によってこのメカニズムが生理的なものか、病的なものかの検索がなされてきた。炎症や種々の刺激の程度によって浸出液の流出量に変化することはわかっているが^{7,17)}、しかし今もってそのメカニズムについての詳細は、わかっていないのが現状である。しかしながら、その存在は事実であり⁸⁾、その中に電解質(K^+ , Na^+ , Ca^{++})、アミノ酸、血漿タンパク、fibrinolytic factor, グロブリン、アルブミン、リゾチーム、フィブリノーゲン、酸性ホスファターゼ^{3,4,10,51)} や多数の細菌、白血球、剝離上皮細胞^{15,48)} などが含まれていることが明らかとなっている。またこの部位は、硬組織と軟組織の自然の間隙であり、そのため疾患に対する弱点であり歯周疾患の初発部位である。そして歯周疾患とこの浸出液との関係が重要視さ

れ、この上皮の研究は、臨床的にも非常に意義のあるものとなってきた。

そこで今回の研究は、この浸出液中に白血球が含まれている事実に基づき、これを指標として、まず第1に、白血球の動態を立体的に観察し、その内縁上皮の特異な機能を形態学的に実証する目的の一過程として行なったものである。

実験材料と方法

比較的若い15匹の雑成犬の犬歯唇側歯肉内縁上皮を選び、臨床的にみとめられうる plaque 沈着のない健康歯肉と思われるものを用いた。使用動物は、体重1 kgにつき0.5ccの割合で、Nembutal (Pentobarbital sodium) にて V. cubiti より麻酔し、V. jugularis int. より脱血、A. carotis communis より約1.5l のリンゲル液を環流、続いて約500ccの4°Cに冷した2.5%グルタルアルデヒド(リン酸緩衝液 pH 7.3) にて環流固定を行ない、その後双眼顕微鏡を用いて内縁上皮をできるだけ傷つけないよう注意を払い摘出した。また外縁上皮(付着歯肉)との比較のために、同名歯の歯肉の一部を用いた。摘出後直ちに2.5%グルタルアルデヒド中に浸漬し、さらに、1%オスミウム酸(Millonig, 4°C, 5.4% Glucoseを含む)で後固定、通法に従って脱水後、走査型電顕観察には、酢酸イソアミルにて置換後液体窒素中にて凍結切断、CO₂ 臨界点乾燥後、イオンスパッタリング装置により金蒸着、走査型電子顕微鏡(JEM-U3)での観察を行なった。また透過型電顕観察としては、脱水後酸化プロピレンにて置換、エポン包埋した。超薄切片は、酢酸ウラニル、酢酸鉛にて二重染色を施し、透過型電子顕微鏡(JEM-100B)にてそれぞれ観察を行なった。

結 果

写真1は、走査型電子顕微鏡で観察した内縁上皮の全体像である。内縁上皮は、歯肉溝上皮と上皮付着からなる。

写真2は、その光顕像(H-E染色)であるが、結合組織中には、円形細胞の浸潤はみられず臨床的には、健康状態であることを示している。

1. 内縁上皮表層

a) 歯肉溝上皮

写真3は、走査型電子顕微鏡で観察した上皮の表面像である。全体としてみると表面を摘出時に十分洗浄したために、食物残渣、細菌などの異物はみられない。細胞表面は、平坦であるが、写真3aでは、表面の細胞が落屑して現われた像は、microvilliがその特徴であるのに対し、写真3bでは、microplicationが特徴である。

写真4aでは、比較的背の低い小さなmicrovilliが密生し、細胞境界は密着しており、間隙はみられない。また境界は、わずかに盛り上がり隆線を形成しているため、細胞境界は、はっきり識別できる。写真4bでは、microplicationの他に写真左において、microvilliもみられる。

また写真5では、表面にmicrovilliがまったくみられず、薄い被膜に被われている部位が観察される。この状態は、標本摘出時の個体の状態、洗浄の程度、固定などの状態で形態が異なり、わずかの範囲しかみられない場合もあり、被膜表面に皺皺がみられ、また下層の小突起が被膜から突出している様な種々の状態も観察される。また他の標本(写真6)では、被膜はみられず、microvilli様小突起が密生しその中の一つがその長さを増し、ヒダ状になり、それが他の小突起をとりまき一つの集落を形成している像としてみられ、これが細胞質の小突起であると言い難い像を呈しているものもある。中には、分裂像を思わせるくびれを生じているものも見られる。これが細胞質であるかどうかは、疑問が残るところである。

一方この歯肉溝上皮(写真6)には、小孔(約 1μ)が点在し、それが下層へと小管を成して続いている(後述)。この小孔には、しばしば非上皮性の細胞がみられることがある。ともかく、この歯肉溝上皮の表面は、その固定、洗浄、生理的状态によって非常に変化を受けやすく、一定した立体像を得ることは、非常に困難である。

b) 上皮付着

特に上皮付着の上皮最表面を観察するためには、環流固定を十分に行なった後に剝離しないとエナメル質に上皮が付着してしまい最表面をみる事ができない。それは、エナメル質と上皮との接着力が上皮細胞間の接着力の方より強いためで

あると考えられる。このことを利用して上皮の中層を観察するためには、未固定の状態で歯肉弁を剝離してこれを用いることがある。

歯牙との関係:

写真7は、エナメル質表面に残った上皮細胞膜の一部である。一つの細胞に相当する細胞膜は、線維状のかみあった平面的な構造物として残り、細胞境界は、鋸歯状を呈し相接する隣の細胞とのinterdigitationが観察される。また細胞膜遺残物と考えられる線維状構造物を観察すると、線維の比較的少ない部分があり、これをたどると帯状につらなり網目を形成している。この帯状の浅い溝は、前述のinterdigitationに一致する場合がある(写真8)。またこの写真の一部には、平坦な個所がみられ拡大(写真9)してみると、多数の小突起が観察され、この平坦な面は、メスで容易に傷つけることができる。

一方写真10は、これに対応する上皮付着の最表面層である。中央にみられる二つの細胞は、表面が比較的滑沢であるが、無数の微小な浅い孔が存在し、その細胞の境界はうすく、上方に翻転している。この二つの細胞を除いて他の細胞は、表面が線維性の構造物で被われている。この線維性の細胞膜は、前述(写真7)の歯牙表面にみられた線維性の構造物とその線維の走向形状からみて同一のものと考えられる。写真10にみられる様に、線維性細胞膜の間に、比較的平坦な帯状の溝が網目をつくり、溝壁にはわずかな細胞質突起が観察され溝の底部には、intercellular spaceがみられる。これは、写真8にみられる帯状の溝と一致している。この上皮付着にみられる溝(写真10)は、細胞間を走り、この溝の合流点には、下層へ続く比較的大きな約 3μ の小孔があり、その小孔には、しばしば非上皮性の細胞が存在することがある。

要するに、歯牙との関係をみると、歯牙表面にみられた線維性の構造物は、付着上皮の細胞膜の一部が剝離して、歯牙に付着残遺したもので、写真10にみられる表面で、平坦な二つの細胞は、その膜が剝離することなく上皮側についたものと考えられ、平坦な表面にみられる小孔は、歯牙表面(歯小皮)の小突起と一致する。また歯牙表面にみ

られる溝は、上皮側の溝と一致することから、上皮付着の最表層の細胞間につくられた小管の天井であると考えられる。

写真11は、付着上皮の最表面である。intercellular space が拡大してみえるが、これは、拡大したのではなく、前述の細胞間をとりまく小管の天井が薄いため、上皮を摘出するときに剝離したものと考えられ、一部が翻転している像もみられる。また付着上皮の細胞間は、歯肉溝上皮と比べて、細胞境界が隆線となっていることはなく細胞間の境界は、不明瞭である。この最表層の細胞の表面からみた形態は、上皮付着下部（根尖側）では、比較的丸く多角形を呈し大きさも不均一で、細胞表面には、核の存在を思わせる豊隆がみられる。

写真12は、上方（歯冠側）に行くに従って細胞の表面形態は、五角または六角となり大きさも均一になり、表面の豊隆はみられない。歯肉溝底に近づくと、表面形態は、長軸方向から圧扁されたような紡錘形となり、歯肉溝上皮へと移行する像がみられた（写真13）。

上皮付着から歯肉溝上皮への移行：

上皮付着から歯肉溝上皮への移行部を観察することは、得られた標本の生理的状态によって、その表面形態が著しく異なるため、一定した形状の把握が難しい。

写真14の中央やや下方にみられる細胞表面は、平坦で無数の微小な孔がみられ、上皮付着の像を呈するが、中央から左上方にかけて上皮最表面は、下方に傾斜し、左上隅の細胞には、microvilli がみられ、歯肉溝上皮の典型的な像を示している。また intercellular space は、閉塞されているが、下方に通ずる孔は開存する。それらの中間に位置する細胞の表面は、平坦であるが上皮付着の細胞にみられるような微小な浅い孔は、消失している。

写真15は、移行部の一部であるが、intercellular space の拡大が特徴で、上半部の歯肉溝に向って開口している。またこの中央の移行部を拡大すると、いわゆる段々畑状の移行像または、等高線状の移行像が観察される（写真16）。

2. 内縁上皮中層

内縁上皮中層を走査型電子顕微鏡で観察するた

めに我々は、二つの方法を用いた。一つは、前述のごとく未固定のまま歯牙より剝離し、歯牙と上皮の接着力とが上皮細胞間のそれより大きいために細胞間が剝離することを利用して上皮細胞間の関係を平面的に観察するものと、凍結割断によってその断面を立体的に観察するものがある。前者は、主として上皮付着の観察に用いられる。

写真17は、比較的平面的に剝離された像である。この像でわかるように、intercellular space の上または、細胞表面の一部は、細胞質突起が比較的少なくこの部分が帯状に連なり溝となる。この溝は、縦横に走り網目を形成し、中には盲端で終わっているものもみられる。

一方剝離した歯牙側に付着した上皮を観察すると（写真18）、同様の網目構造がみられることから、この網目状の溝は、上下合して一つの管状のものを形成することになる。

この溝（写真19）を観察すると、溝の幅は、2～4 μ で深さは、細胞質突起が欠如しただけの浅い溝から、深く大きく拡大されたものなどがみられる。また溝の底部には、横に走るしわが存在しているものもある。溝の合流点、並びに溝の経過中において、しばしば、直径1～3 μ の小孔がみられる。

写真20は、上皮が段階的に剝離されたものだが右上隅の細胞膜は、付着上皮の最表層のもので、左に移るに従って第2、第3層となり、中央は第4層でこの写真20では、最深層となる。どの層にも溝が走り、その小孔は、下層への連絡路となっている。また第4層にも大小の小孔がみられ、下層へと連なっている。

写真21では、中央の小孔中に白血球と思われる遊走性細胞が存在している。

次にこの下層へと続く連絡路をより立体的に観察するために、凍結割断法を用いた。写真22は、表面から下層にかけて垂直断した像であるが、表面の小孔から下層にかけて連なる小管がみられ、特に表面近くでは、その直径が大きく拡大した個所がみられその中に白血球を入れている。また小さな帯状の連なりは、各細胞間を走り深層へと続いている。この点状の帯は、細胞質突起がつまった intercellular space と考えられ、その一部

が拡張したところは、前述の溝に相当する部分である。intercellular space によって区切られた細胞の切断面には、円形または楕円形のやや凹んだ核がみられる。

写真23は、intercellular space の小管の中にある白血球の移動を示すもので、この中の白血球は、下層からその一層上の層へと移動しつつあるものと考えられる。白血球のみられる小管は、拡大され細胞質突起の数も、他の intercellular space より少ない。

写真24では、これも同じく切断像であるが水平に切断されたもので、右上から左下に向って移動中の白血球で、通過後の intercellular space は、拡張され細胞質突起の数が比較的少ない。その他、拡張された intercellular space の上にそれと平行に走る細胞質突起の充滿した intercellular space が観察される。またこの白血球は、進行方向に突起を出し、前方の細胞を圧迫していると思える像を呈している。

中層の細胞の接着：

前述の様に、上皮細胞間の接着状態は、透過型電顕像が示す様に、細胞質突起の先端にある desmosome が主体をなしている(写真25)。この desmosome は、電子密な板(付着板)とその間にある細胞間接合層からなるが、その数は、比較的少ないようである。またそのために中層までが、人工的外力で剝離されたものと思われる。

3. 内縁上皮下層(基底細胞)と結合組織

上皮最下層の細胞を特に基底細胞と呼び、結合組織と上皮との連結に重要なところである。上皮-結合組織を含む切断像でみると、基底細胞は、背の高い数層の細胞からなり上層の扁平な上皮へと移行していく。intercellular space は、上層のものとは比べて特に変わることはないが、概して細胞間は緊密のようである。そしてすべて平行に深層即ち、結合組織に向って開口している(写真26)。またこの基底細胞には、上皮細胞に混じって核周囲に一致し、等間隔に配列して切断面に突出した白く見える小突起をもつ細胞がみられたが、上皮細胞とは異なったものであるかは、走査型電子顕微鏡のみの観察では、不明である(写真27)。

basal lamina：

basal lamina (写真28)を透過型電子顕微鏡でみると、基底細胞と結合組織の間に、basal lamina があり、これを介して上皮と結合組織は結合している。即ち基底細胞質中にある tonofilament が束状になり、細胞質に進み細胞膜付近で拡散する。その部の細胞膜は、電子密度の高い不連続の板(付着板)となる。この tonofilament は、一部は付着板に達しているが、大部分は、付着板に達しないで再び細胞質内に放散するようである。一方電子密度の高い付着板の一部は、hemidesmosome を構成する。また lamina densa と結合組織との移行は、不明瞭で細い線維が結合組織より起って、lamina densa に終っている。一部には、比較的太い線維が結合組織と lamina densa を結んでいる像もみられる。

この結合の関係を走査型電子顕微鏡で観察すると(写真29)、左端には線維が束状になり細胞外形と平行に走り、左上には、結合組織へ続く小孔がみられる。右上隅は、剝離された細胞の表面で鱗状の細胞質突起が特徴である。更に中央にみられる無構造の膜様物は、lamina densa に相当するものと思われる右方にたどると結合組織の線維に移行している像がみられる。

写真30は、透過型電顕像である。中央上部より intercellular space が結合組織まで続き、結合組織に向って開口している。立体像としてみると、これが前述の結合組織に続く小管に相当する。また結合組織に開口する部位の lamina densa は、断裂しており立体像では、basal lamina にも小孔が開口していることを類推させる。

写真31は、写真30に対応する切断像で中央の基底細胞の間には、非上皮性の細胞が存在している。

写真32は、basal lamina が剝離されたもので、結合組織の線維中に上皮から続く小孔が存在し深層へと続いている。

考 察

内縁上皮(歯肉溝上皮と上皮付着)は、絶えず食物残渣、細菌などの異物、ヒトではさらに、補綴物などによる刺激を受けている部位である。そのため生理的状态を得ることはきわめて困難であり我々の観察でも、内縁上皮の表面形態は、同時

に比較観察に用いた外縁上皮(付着歯肉)と比べても一定した形態を把握することが非常に難しかった。

Merzel³⁸⁾(1963)は、内縁上皮が角化する能力を持っていることを報告したが、一般的には、Dewar¹³⁾(1955), Trott⁵⁹⁾(1957)が光顕で、最近では、Freedman(1968), Schreoder⁴³⁾(1968)が電顕的レベルでこの上皮の非角化の特徴を報告している。Mchugh³⁶⁾(1964)は、サル、ヒトで歯肉溝上皮が角化していないことを結論したが、ネコと同様イヌも角化していないといわれる。そこで今回イヌを用いたのは、大きさの点で摘出操作の容易性から、また犬歯を選んだのは、内縁上皮(特に上皮付着)の幅が、他の歯牙より大きいことからである。

内縁上皮は、浸出液の流出という特異な現象を有しているが、この浸出液中に白血球が含まれていることから、白血球の存在を指標としてそれぞれの上皮の表面構造を観察したところ、歯肉溝上皮の表面構造は、一般的に平坦であるが、生理的に剝離されて現われた面は、microvilli を特徴とするものと、microplication を特徴とするものの二種類が観察された。

Cleaton-Jones¹¹⁾(1973)によれば、口腔上皮において、角化した上皮では、落屑した細胞の表面は、microvilli で、非角化上皮では、microplication で特徴づけられることを報告しているが、今回我々の結果では、歯肉稜部で microvilli が多くみられ歯肉溝上皮部では、microplication の方が多くみられ、またその両方をみることもあった。Takarada(1974)は、慢性歯周疾患に罹っているヒト歯肉溝上皮を組織学的に二つに分けられるとしてその形態学的差と機能について報告しているが、今回我々の結果からも細胞表面に二種類の形態があったのは、Takarada らのこの上皮を二つの部位に区分できることを暗に示すものと思われる。また歯肉溝上皮で、microvilli が存在していたのはこの上皮の角化能を示すものと思われる。写真6のAでみられるような microvilli 様小突起については、はたしてこれが正常像であるのかを確認できなかったが、このように表面形態に多様性がみられ、また剝離像が多くみられたのも、こ

の部位の特殊環境に対する生体反応を示すものであり、特異性を想像できるものである。なお病変による細胞表面形態の変化については、次の課題としたいと考えている。

内縁上皮の表面には、所々に1~3 μ 程度の小孔が観察される。そしてこの小孔中に、しばしば白血球と思われる遊走性の細胞がみられるが、これは、歯肉溝へ出ていわゆる唾液小体となる。Scharry⁴⁷⁾(1960), Klinkhamer²⁸⁾(1963), Wright⁶¹⁾(1964)は、白血球が歯肉溝上皮、付着上皮の細胞間を通して表面に移動していくことを報告しているが、その歯肉溝上皮最表面での今回我々の立体観察による小孔については、報告していない。この小孔が、歯肉溝部に向って白血球、浸出液などを流出する出口の一つであると考えられる。この小孔は、内縁上皮と比べて、外縁上皮(付着歯肉)では、あまりみられない。またこの小孔は、非上皮性の細胞の大きさと比べると大分、小さいことが特徴である(後述)。ただこれが、artifactual であるかどうかの疑問が最初あったが、これは多くの追試実験と外縁上皮との比較観察により排除された。

上皮付着の上皮の表面構造は、歯肉溝上皮にみられるような突起のかわりに、無数の浅い微小の孔がみられる。これは、写真9のEでみられる歯表面にある小突起に対応するものと思われる。エナメル質または、セメント質と上皮との接着の微細構造については、Lisgarten³²⁾(1966), Schreoder(1971)によって示され、萎縮したエナメル芽細胞と歯肉上皮細胞の両者が、エナメル質やセメント質の表面に電子顕微鏡的基底膜をつくることを述べ、これらの細胞の hemidesmosome は、基底細胞が基底層に付着するのと同様の方法で付着するとして、エナメル質と上皮の間に歯小皮の存在を報告している。その論文中、歯小皮と上皮は、多数の凸と凹による結合をしている像が示されているが、今回の歯表面の小突起と上皮の孔がその立体像と考えられる。また付着上皮の最表面には、その微小の孔に一致して分泌物が観察された。この分泌物が化学的に何であるかは、今回の実験では証明することはできなかったが、歯肉溝上皮においては、このような状態がみられなかったのは、

何か歯牙と上皮の接着に 関係があることを想像させるものと思われる。

また歯肉溝上皮と上皮付着の移行部を観察すると、上皮付着の上皮の intercellular space が拡大し、それが歯肉溝底に向って開口している。また段々畑状または、等高線状の移行像がみられる。このことから上皮付着の細胞が、歯肉溝底に向って移動し歯肉溝上皮となり、さらに落屑する方向に移動していくことを¹⁾実験的に証明することはできなかったが、上皮付着の細胞の形態推移からみると、あながち否定はできない。今後実験を重ねる必要があると思われる。また白血球は、上皮付着下では、歯牙と上皮の間を通過していくと考えるより、付着上皮の intercellular space を通り歯肉溝底に向って遊走し、前述の小孔 (intercellular space が拡大して歯肉溝底にひらいたもの) から歯肉溝に出るかまたは、歯肉溝上皮側の小孔から遊走していくものと考えたい。

剝離して現われた上皮付着の中層の細胞表面には、細胞質突起が密生している。そして隣り合う細胞の細胞質突起が接して、desmosome を主体とする接着様式で結合している。Thilander (1963) は、より深層の方が、細胞質表面にかなり均等に desmosome が存在しており表層にいくに従って細胞間でそれが減少していくことを報告している。また今回の結果でも、同様の所見を得ることができた。即ち表層では、細胞間の desmosome が減少し、intercellular space がより広がっている像が多かった。このことは、細胞が生理的に剝離されやすくなるだろう。また同じ標本作製においても、外縁上皮 (付着歯肉) に比べ内縁上皮側は細胞間が、広きやすいことから、内縁上皮は、細胞間の結合が外縁上皮 (付着歯肉) のそれより弱いと思われる。その理由として、Thilander (1968) の歯肉溝上皮の intercellular space の拡張が Leukocytic enzyme の局所的塗布によっておこるという実験から、歯肉溝上皮の表面に蓄積した細菌の代謝産物及び酵素などによって、白血球が表層にひきよせられ種々の白血球内酵素を放出して、intercellular space を開きやすくしていることが考えられる。また Cleaton-Jones¹²⁾ (1975) は、角化上皮と非角化上皮の表層での細胞間の接

着様式が異なることを指摘し、非角化上皮は、一般的に角化上皮よりも結合が弱いことを報告している。以上のことから、今回の実験で行なったように、人工的外力で、表層から数層までが剝離されて中層が現われたことにもなったわけである。

細胞質突起は、細胞と細胞の境するところには、比較的少なく浅い溝となりまた細胞表面の一部でもこの突起を消失して溝となっている。この場合、盲端で終わることもあるが、これらの溝が細胞周囲と細胞表面を走り網目を形成している。溝と溝の合流点または、溝の経過中では、さらに下方へと連なる小孔が観察された。この溝が、白血球など浸出液が通過する通路となるとと思われる。即ち、物質は、細胞と細胞が接する intercellular space を通過するといわれているが、この intercellular space には、平面的にみた細胞間接合部にできる溝と、細胞表面上にできる溝があることが立体的観察から理解できた。また我々のいう溝について、上皮の切断像で観察すると、Gavin (1968) の報告にあるように、上皮間を結ぶ一つの連続した channel を形成している。そして今回、表層の細胞間で歯肉溝へ開口している小孔を所々に観察できた。即ち、このような小孔の存在が、白血球の遊走と共に、浸出液の流出しやすさに関係すると思われる形態的実証になりえるだろう。またその径が、 $1 \sim 3 \mu$ で非常に小さいのは Diamond¹⁴⁾ (1966) の報告にある様に、ある物質の通過中のみ弛緩し、輸送が終わると、intercellular space (小孔) は閉じるという。我々の観察した小孔も、いかなる生理的狀態で固定されたかは、推量できないが直径が $1 \sim 3 \mu$ であることは、白血球の通過するときのみ弛緩し、他のときは、縮小していると考えられる。これは、白血球のアメーバ運動を考慮に入れると、十分な径であると思われる。

拡大された intercellular space 内に存在する白血球については、歯肉溝内におかれた histamin が、上皮下の血管形態に変化を及ぼすことや、卵白アルブミンのくりかえし適用により、局所的にも、全身的にも抗体反応を作り出すことなど^{16,40)}、以上、内方への透過性についての事実から Gavin (1968) は、歯肉内の白血球を、歯肉溝内の細菌叢

に対する炎症反応として解釈している。同時に, germ free mice の歯肉内でも, 白血球の存在する事実を挙げ白血球の存在は, 必ずしも病的状態を示すものではないという Orban³⁹⁾ (1957) の考えも指示している。しかしながら我々も, この因果関係については, まだ確証を得ていない。

今回の実験で, 基底細胞層の断面で, 核周囲に, 小突起をもつ細胞がみられたが, これが異種細胞, 即ちラングハンス細胞, グリア細胞, 黒色球などの樹枝状細胞と断定することはできなかった。即ちその小突起物については, artifact の可能性があり今後の問題点としたいと考えている。

基底膜については, Mercer³⁷⁾ (1961) は, 上皮細胞に由来するものと, 結合組織に由来するものと2つのタンパク質から形成されるだろうという考えを報告し, さらにそのような沈着物が結合組織から上皮への分子の移動に関して選択的に働くということを述べている。その後, 基底膜について2つの層 (lamina densa, lamina lucida) に分けて論じるようになり基底膜の幅については, Lisgarten³¹⁾ (1964) が $400\text{\AA}\sim 600\text{\AA}$, Stern⁵⁰⁾ (1965) が $300\text{\AA}\sim 600\text{\AA}$, Schreoder⁴²⁾ (1966) が $340\text{\AA}\sim 570\text{\AA}$ と種々の数値を出している。しかし Takarada⁵⁴⁾ (1974) は, この基底膜が病態によって種々な厚さに変化することを明らかにしている。今回我々の走査型電顕による観察から, この基底膜が無構造の一枚の膜様物として基底細胞直下に存在しており, また結合組織線維との移行像と思われる所見を立体的に把握することができた。そして lamina densa に相当すると思われるこの膜様物に, その厚さのばらつきがみられたことからして, この基底膜が, 物質の通過に対する barrier として働きその厚さによって白血球や fluid の量を調節している第1関門となっているだろうと考えることは, 合理的であろう。しかしこの点に関しては, まだ検討の余地があるため今後の課題と考えている。

歯肉溝上皮の結合組織については, Innes (1971) が上皮の角化または, 非角化への分化がその上皮とそれを支持する結合組織間との特殊な関係に依存していることから, 結合組織の微細構造について報告している。しかし立体的に観察したものはほとんどみられない。今回我々の結果で

は, 基底細胞直下に線維よりなる輪状の小孔が, 所々にみられた。結合組織線維の走向状態は, 主に細胞表面に平行に走る縦横の不規則に交錯する線維からなると思われる。その線維が, 円形即ち立体的にみると管状の空間を形成していることは, 白血球が結合組織の線維中を通過する際, 上皮細胞間にみられたような, 溝(管)様のものがつくられその中を通っていく, いわゆる「けものみち」が存在するのではないかと考えられる。

結 論

イヌの犬歯唇側内縁上皮を走査型電子顕微鏡により観察し次の知見を得た。

1. 内縁上皮表層

a) 歯肉溝上皮: 歯肉溝上皮表面には, microvilli と microplication がみられる。また表面には, 所々に数 μ の小孔が存在しその中に, 時に白血球と思われる非上皮性の細胞がみられる。

b) 上皮付着: 付着上皮の表面には, 無数の微小な浅い孔が観察され, またこの上皮を剝離した歯牙側に, 歯肉溝上皮のものと思われる小突起が観察される。歯肉溝上皮への移行部で, 付着上皮の intercellular space が歯肉溝底に向って開口し, また段々畑状または, 等高線状の移行像がみられる。

2. 内縁上皮中層: 表層が剝離して現われた中層の細胞の表面には, 細胞質突起が密生しておりその突起は, ところによって帯状に減じ, 浅い溝を形成し, その溝は相互に連絡して網目を構成する。この溝が合流するところには, 下層へと連なる小孔がみられる。またこの関係を断面像で観察すると, 表面の小孔から基底細胞まで連続した一つの細管が形成されており, 所々に拡大された細管内には白血球がみられそこでは, 細胞質突起が消失していることが多い。

3. 内縁上皮下層と結合組織: 基底膜は, 走査型電顕の観察によると, 一枚の無構造の膜様物として存在し, 一部結合組織線維と移行している。この無構造の膜様物にも前述の小孔に連なる小孔が存在し, また結合組織中にも線維からなる小孔または, 小管状のものが観察される。

なお, 本論文の主旨については, 第18回歯科基礎医学総会 (1976年10月3日岩手) で発表した。

Summary: A scanning electron microscopic study of a clinically normal inner (dental surface) epithelium of the gingiva has been carried out in order to make clear its specific function morphologically as an index of the fact that leukocytes are contained in the tissue fluid.

The inner epithelium consists of the sulcular epithelium and the epithelial attachment.

The surface of the former was in general smooth and there were two different appearances on the cell surface. That is, one was the microvilli and the other was the microplication. And on the surface there were in some places small holes (size: few microns) open to the gingival sulcus and leukocytes were often observed there. On the other hand the surface of the latter had innumerable, minute and shallow halls, different from the sulcular epithelium and appeared just like a pitted surface. On the tooth stripped of the latter minute projections which seem to belong to the enamel cuticle were observed.

The middle layer resulting from stripping the latter was covered by many cytoplasmic projections. But around these projections there were shallow grooves, which were observed not only around the cells but on the surface of the cells and formed network. In the confluence of these grooves there were small holes connected to a deeper layer. That is, these grooves form the continuous channels from the small holes of the cell surface to those of the basal cell layer. And leukocytes were observed within a widely dilated channels in some places.

By the use of the scanning electron microscope the basal lamina was observed to exist as an amorphous sheet and small holes connected to the connective tissue were observed there too.

文 献

- 1) ANDERSON, G. S. and STERN, I. B.: The proliferation and migration of the attachment epithelium on the cemental surface of the rat incisor. *Periodontics*, 4 : 115, 1966.
- 2) 新井良一郎: 口腔粘膜の電子顕微鏡的研究. II. 歯肉内縁上皮について. *口科誌*, 12 : 67, 1973.
- 3) BRANDTZAEG, P. and MANN, W.: A comparative study of the lysozyme activity of human gingival pocket fluid. *Acta Odont. Scand.*, 22 : 441, 1964.
- 4) BRANDTZAEG, P.: Immunochemical comparison of proteins in human gingival pocket fluid, serum and saliva. *Arch. Oral Biol.*, 10 : 795, 1965.
- 5) BRILL, N. and KRASSE, B.: The passage of tissue fluid into the clinically healthy gingival pocket. *Acta Odont. Scand.*, 16 : 233, 1958.
- 6) BRILL, N. and BJÖRN, H.: Passage of tissue fluid into human gingival pockets. *Acta Odont. Scand.*, 17 : 11, 1959.
- 7) BRILL, N. and KRASSE, B.: Effect of mechanical stimulation of flow of tissue fluid through gingival pocket epithelium. *Acta Odont. Scand.*, 17 : 115, 1959.
- 8) BRILL, N.: The gingival pocket fluid. Studies of its occurrence, composition and effect. *Acta Odont. Scand.*, 18 : 421, 1962.
- 9) BROWNE, R. M.: Some observations on the fluid flow from the gingival crevice. *Dent. Pract.*, 14 : 470, 1964.
- 10) COWLEY, G. C.: Fluorescence studies of crevicular fluid. *J. D. Res.*, 45 : 655, 1966.
- 11) CLEATON-JONES, P. and FLEISCH, L.: A comparative study of the surface of keratinized and non-keratinized epithelia. *J. Periodontal Res.*, 8 : 366, 1973.
- 12) CLEATON-JONES, P.: Surface characteristics of cells from different layers of keratinized and non-keratinized oral epithelia. *J. Periodontal Res.*, 10 : 79, 1975.
- 13) DEWAR, M. R.: Observations on the composition and metabolism of normal and inflamed gingivae. *J. Periodontol.*, 26 : 29, 1955.
- 14) DIAMOND, J. B. and TORMEY, J. M.: Role of long extracellular channels in fluid transport across epithelia. *Nature*, 210 : 817, 1966.
- 15) EGELBERG, J.: Cellular elements in gingival pocket fluid. *Acta Odont. Scand.*, 21 : 283, 1963.
- 16) EGELBERG, J.: Diffusion of histamine into the gingival crevice and through the crev-

- cular epithelium. *Acta Odont. Scand.*, 21: 271, 1963.
- 17) EGELBERG, J.: Gingival exudate measurements of evaluation of inflammatory changes of the gingivae. *Odont. Revy.*, 15: 381, 1964.
 - 18) EGELBERG, J.: The topography and permeability of blood vessels at the dento-gingival junction in dogs. *J. Periodontal Res.*, 2: Suppl. I, 1967.
 - 19) FRANK, R. M. and CIMASONI, G.: Ultrastructure de l'epithelium clinique normal du sillon et de la junction gingivodentaires. *Z. Zellforsch.* 119: 356, 1970.
 - 20) FREEDMAN, H. L., LISTGARTEN, M. A. and TAICHMAN, N. S.: Electron microscopic features of chronically inflamed human gingiva. *J. Periodontal Res.*, 3: 313, 1968.
 - 21) GAVIN, J. B.: The ultrastructure of the crevicular epithelium of cat gingiva. *Amer. J. Anat.*, 123: 283, 1968.
 - 22) GAVIN, J. B.: Ultrastructural features of chronic marginal gingivitis. *J. Periodontal Res.*, 5: 19, 1970.
 - 23) GARANT, P. R. and MULVIHILL, J. E.: The ultrastructure of clinically normal sulcular tissues in the beagle dog. *J. Periodontal Res.*, 1: 252, 1971.
 - 24) INNES, P. B.: The ultrastructure of the connective tissue underlying the sulcular epithelium. *New Zealand Dental Journal*, 69: 185, 1973.
 - 25) Johnson and Kenney: Effects of topical application of chlorhexidine on plaque and gingivitis in monkeys. *J. Periodontal. Res.*, 7: 180, 1972.
 - 26) 角田篤美: 歯肉付着内縁上皮の超微構造ならびにその形態変化に関する実験的観察. 口腔病学会雑誌, 32: 175, 1965.
 - 27) 北村博則: 口腔発生組織学(組織編), 274, 神奈川歯科大学口腔組織学教室, 横須賀, 1970.
 - 28) KLINKHAMER, J. M.: Human oral leukocytes. *Periodontics*, 1: 109, 1963.
 - 29) KOPCZYK, R. A., LENOX, J. A. and SAXE, S. R.: Potential for Keratinization of the sulcular epithelium in the dog. *J. Dent. Res.*, 53: 137, 1974.
 - 30) LÖE, H.: Physiologic aspects of the gingival pocket, an experimental study. *Acta Odont. Scand.*, 19: 387, 1961.
 - 31) LISTGARTEN, M. A.: The ultrastructure of human gingival epithelium. *Amer. J. Anat.*, 114: 49, 1964.
 - 32) LISTGARTEN, M. A.: Phase-contrast and electron microscopic study of the junction between reduced enamel epithelium and enamel in unerupted human teeth. *Arch. Oral Biol.*, 11: 999, 1966.
 - 33) LISTGARTEN, M. A.: Electron microscopic study of the gingivo-dental junction of man. *Amer. J. Anat.*, 119: 147, 1966.
 - 34) MANN, W. V. JR.: The correlation of gingivitis, pocket depth and exudate from the gingival crevice. *J. Periodontol.*, 34: 79, 1963.
 - 35) MAZZELLA, W. J. and VERNICK, S. H.: The ultrastructure of normal and pathologic human gingival epithelium. *J. Periodontol.*, 39: 5, 1968.
 - 36) Mchugh, W. D.: The keratinization of gingival epithelium. *J. Periodontol.*, 35: 338, 1964.
 - 37) MERCER, E. H.: Keratin and keratinization—an essay in molecular biology. Pergamon Press, New York, 1961.
 - 38) Merzel, et al.: Contribution to the study of keratinization in human gingiva. *J. Periodontol.*, 34: 127, 1963.
 - 39) Orban, B. J.: Oral histology and embryology. 3th ed. C. V. Mosby Co., St. Louis, 244, 1953.
 - 40) RIZZO, A. A. and Mitchell, C. T.: Chronic allergic inflammation induced by repeated deposition of antigen in rabbit gingival pockets. *Periodontics*, 4: 4, 1966.
 - 41) SALKIND, A., OSHRAIN, H. I. and MANDEL, I. D.: Observations on the gingival pocket fluid. *Periodontics*, 1: 196, 1963.
 - 42) SCHROEDER, H. E.: Electron microscopy of normal human gingival epithelium. *J. Periodontal Res.*, 1: 95, 1966.
 - 43) SCHROEDER, H. E.: Extraneous cells surface coat in human inflamed crevicular epithelium. *Helvetica Odont. Acta.*, 12: 14, 1968.
 - 44) SCHROEDER, H. E.: Ultrastructure of the junctional epithelium of the human gingiva. *Helvetica Odont.* 13: 65, 1969.
 - 45) SCHROEDER, H. E.: Quantitative parameters of early human gingival inflammation. *Arch. Oral Biol.*, 15: 383, 1970.
 - 46) SCHROEDER, H. E. and LISTGARTEN, M. A.: Fine structure of the developing epithelial attachment of human teeth. Basel, S. Karger, 1971.
 - 47) SHARRY, J. J. and KRASSE, B.: Observations on the origin of salivary leukocytes. *Acta Odont. Scand.*, 18: 347, 1960.
 - 48) SKOUGAARD, M. R., BAY, I. and KLINKHAMER, J. M.: Correlation between gingivitis and orogranulocytic migratory rate. *J. Dent. Res.*, 48: 716, 1969.
 - 49) STERN, I. B.: The fine structure of the

- ameloblast-enamel junction in rat incisors; epithelial attachment and cuticular membrane. Electron microscopy, Academic Press, New York, 1962.
- 50) STERN, I. B. : Electron microscopic observations of oral epithelium. I. Basal cells and basement membranes. *Periodontics*, 3 : 224, 1965.
- 51) SUEDA, T. and CIMASONI, G. : The origins of acid phosphatase in human gingival fluid. *Arch. Oral Biol.*, 13 : 553, 1968.
- 52) TAKARADA, H., CATTONI, M., SUGIMOTO, A. and ROSE, G. G. : Ultrastructural studies of human gingiva. I. The upper part of the pocket epithelium in chronic periodontitis. *J. Periodontol.*, 45 : 30, 1974.
- 53) TAKARADA, H., CATTONI, M., SUGIMOTO, A. and ROSE, G. G. : Ultrastructural studies of human gingiva. II. The lower of the pocket epithelium in chronic periodontitis. *J. Periodontol.*, 45 : 155, 1974.
- 54) TAKARADA, H., CATTONI, M., SUGIMOTO, A. and ROSE, G. G. : Ultrastructural studies of human gingiva. III. Change of the basal lamina in chronic periodontitis. *J. Periodontol.*, 45 : 288, 1974.
- 55) TAKARADA, H., CATTONI, M., SUGIMOTO, A. and ROSE, G. G. : Ultrastructural studies of human gingiva. IV. Anchoring fibrils and perforations of the basal lamina periodontitis. *J. Periodontol.*, 45 : 155, 1974.
- 56) THILANDER, H. : The effect of leukocytic enzyme activity on the structure of the gingival pocket epithelium in man. *Acta Odont. Scand.*, 21 : 431, 1963.
- 57) THILANDER, H. : An electron microscope study of normal human palatal epithelium. *Acta Odont. Scand.*, 26 : 191, 1968.
- 58) TOLO, K. J. : A study of permeability of gingival pocket epithelium to albumin in guineapig and norwegian pig. *Arch. Oral Biol.*, 16 : 881, 1971.
- 59) TROTT, J. E. : A histological investigation into the keratinization found in human gingiva. *Brit. J.*, 103 : 421, 1971.
- 60) WAERHAUG, J. : The gingival pocket. *Odont. T.*, 60 : suppl., 1952.
- 61) WRIGHT, D. E. : The source and rate of entry of leukocytes in the human mouth. *Arch. Oral Biol.*, 9 : 321, 1964.
- 62) WEINSTEIN, E. and et al. : Studies of gingival fluid. *J. Periodontol.*, 5 : 161, 1967.

付 図 説 明

略号

Ae: 付着上皮	I: intercellular ridge
Ap: 付着板	ICS: intercellular space
BC: 基底細胞	LD: lamina densa
BL: 基底膜	Leu: 白血球
BV: 血管	LL: lamina lucida
Ca: 小孔	Mp: microplication
Cm: 細胞膜	Mv: microvilli
Cp: 細胞質突起	N: 核
CT: 結合組織	Se: 歯肉溝上皮
Des: desmosome	Tf: tonofilament
E: 歯小皮	Tj: tight junction
Ep: 内縁上皮	

- 写真 1 歯肉内縁上皮の全体像である。口腔上皮のおりかえし点である歯内稜 (A) と、歯肉溝上皮 (B) と、上皮付着 (C) からなる。 (×400)
- 写真 2 歯肉縁上皮の光顕像 (H-E 染色) である。結合組織 (CT) 内には、円形細胞などの浸潤はみられず、臨床的には、健康歯肉と思われる。 (×425)
- 写真 3 歯肉溝上皮 (Se) の最表面であり、細胞表面は平坦である。そこには、microvilli (Mv) を特徴とするもの (3a) と、microplication (Mp) を特徴とするもの (3b) とがあるが細胞境界 (I) は、共に明瞭である。 (×4,000)
- 写真 4 写真 3 の拡大像。4a では、細胞表面に microvilli (Mv) が密生し、細胞境界は白い隆線 (I) となって明瞭である。また 4b では、microplication (Mp) が大部分であるが、microvilli (Mv) も少し見られる。 (×10,000)
- 写真 5 歯肉溝上皮であるが、Aの部分には、まったく microvilli (Mv) がみられず薄い被膜で被われている。そこには、皺襞がみられる。 (×10,000)
- 写真 6 Aの部分は、被膜がみられず、microvilli 様小突起は、細胞質表面から遊離したような像もみられる (B)。Ca は下層へ連なる小孔である。 (×12,000)
- 写真 7 Aは、エナメル質表面に残った上皮細胞膜の一部でありその境界は、隣接する細胞と interdigitation を形成している (B)。下方に見られる平坦な部位は、歯小皮 (E) である。 (×6,000)
- 写真 8 Aの部分は、細胞膜残遺物と考えられる線維状構造物で、また線維の比較的少ないところ (B) が帯状につらなり網目を形成している。 (×4,000)
- 写真 9 写真 7 の拡大で歯小皮 (E) の部分には多数の小突起が観察される。細胞間の interdigitation が明瞭に見られる (B)。 (×12,000)
- 写真 10 中央の2つの細胞は、付着上皮 (Ae) の最表層である。それ以外の細胞の表面 (B) は、線維性の構造物で被われている。細胞周囲には、溝 (ICS) がみられその溝 (ICS) の形態は、写真 8 の歯表面に見られる網目の形態と一致する。Ca は、下方へ連なる小孔を示す。 (×4,000)
- 写真 11 Ae は、付着上皮の最表面であるが、表面には、無数の浅い微小な孔がみられこれは、写真 9-E に見られる小突起と対応する。また、細胞間が開いているのは、細胞間をとりまく小管の天井が薄いために剝離された像である。Bの部分は、上皮が一部翻転した像である。 (×10,000)
- 写真 12 付着上皮 (Ae) の下部 (根尖側) であり、細胞の大きさは、歯冠側より概して小さく核 (N) の豊隆がみられる。 (×3,000)
- 写真 13 付着上皮 (Ae) の上部 (歯冠側) であり、細胞形態は、長軸方向から圧扁されたような紡錘形をなしている。 (×3,000)
- 写真 14 上皮付着と歯肉溝上皮との移行部を示すもので、Ae は、上皮付着の細胞で細胞表面は、平坦で無数の微小な孔がみられる。また歯肉溝上皮 (Se) のところには、小孔 (Ca) が開存している。Se は表面に microvilli (Mv) をもち、典型的な歯肉溝上皮の像を呈し、その間にはさまれた細胞 (B) は、表面が滑沢で Ae にみられるような浅い微小の孔はみられない。 (×6,000)

- 写真 15 上皮付着と歯肉溝上皮の移行部の一部であるが、付着上皮 (Ae) では、intercellular space (ICS) が拡大し歯肉溝に開口している。 (×2,000)
- 写真 16 写真15の拡大像である。Aの部分は、段々畑状または、等高線状の移行像が観察される。 (×8,000)
- 写真 17 平面的に剝離された上皮付着中層の細胞表面で、各細胞の表面は、細胞質突起 (Cp) で被われその間に浅い溝 (ICS) が縦横に走り網目を形成している。また溝の中には、盲端で終わっているものもみられる (A)。 (×1,200)
- 写真 18 剝離した歯牙側に付着した上皮 (A) で網目状の溝 (ICS) を作っている。 (×4,000)
- 写真 19 上皮側の溝 (ICS) の部分をさらに拡大したもので、溝 (ICS) の底部には、横に走るしわ (B) が観察される。溝 (ICS) の合流点またはその経過中において、下方に連なる大小の小孔 (Ca) がみられる。 (×6,000)
- 写真 20 右上隅が、付着上皮 (Ae) の最表層で、左下に移るに従って段階的に剝離されたもので (2層(Ⅱ), 3層(Ⅲ), 4層(Ⅳ)), 第4層 (Ⅳ) が、写真の中では最深層となる。どの層にも溝 (ICS) が走りその溝 (ICS) の合流点には小孔 (Ca) がみられる。 (×4,000)
- 写真 21 中央の小孔 (Ca) 中に白血球 (Leu) と思われる遊走性細胞が存在している。この小孔 (Ca) は、細胞質突起 (Cp) が消失した溝 (ICS) につながっている。 (×4,000)
- 写真 22 表面から下層にかけて垂直断した像。表面の小孔 (Ca) は、下層にかけて一つの連続した小管をなしている。また拡大された小管内 (B) には、白血球 (Leu) と思われる細胞がみられる。小さな点の帯状の連なり (ICS) は、各細胞間を走り下層へと続いている。細胞の切断面には、円形、楕円形のやや凹んだ核 (N) がみられる。 (×3,000)
- 写真 23 intercellular space (ICS) 内の小管の中にある白血球 (Leu) の移動を示す像。拡大された intercellular space (B) には、下層から一層上の層へと移動しつつあるものと考えられる白血球 (Leu) がみられる。また intercellular space (B) 内では、細胞質突起 (Cp) が消失している。 (×12,000)
- 写真 24 水平切断像。拡大した intercellular space (B) 内には、右上から左下に向って移動中と思われる白血球 (Leu) がみられる。通過後の intercellular space (Bp) は拡大され、細胞質突起 (Cp) は比較的少ない。またその上方で斜目に走る intercellular space (ICS) は細胞質突起 (Cp) が充填している。 (×12,000)
- 写真 25 上皮細胞間の接着状態を示す透過型電顕像。desmosome (Des) が主体をなす。desmosome (Des) は、相対する細胞膜に接して電子密な板 (付着板) とその間にある細胞間接合層からなる。 (×20,000)
- 写真 26 基底細胞 (BC) と結合組織 (CT) に及ぶ切断像。基底細胞 (BC) は、上層に行くに従い扁平な形の細胞へとかわっていく。intercellular space (ICS) は、上層のものと比べ、密接しているようであり、結合組織 (CT) に向って開口している。 (×4,000)
- 写真 27 基底細胞層の切断像。核周囲に一致し等間隔に配列する白い小突起をもつ細胞 (A) がみられる。 (×12,000)
- 写真 28 基底膜 (BL) の透過型電顕像。基底膜 (BL) は、基底細胞 (BC) と結合組織 (CT) との間にある。細胞質中の tonofilament (Tf) が束状になり、細胞膜 (Cm) の方へ進み細胞膜付近で放散している。電子密な板 (付着板) の一部は、hemidesmosome (HD) を構成している。lamina densa (LD) と結合組織 (CT) との移行は、不明瞭であり細い線維が結合組織 (CT) より起って lamina densa (LD) に終わっている。また一部には、比較的太い線維が結合組織 (CT) と Lamina densa (LD) を結んでいる像もみられる。 (×60,000)
- 写真 29 写真28の状態の走査型電顕像。基底細胞 (BC) の線維 (Tf) は束状になり細胞外形に平行に走っている。写真上部にみられる小孔 (Ca) は、結合組織 (CT) に続いている。細胞 (BC) は、剝離された基底細胞の表面で鱗状の細胞質突起 (Cp) が特徴である。基底細胞 (BC) と結合組織 (CT) との間には、無構造の膜様物 (AL) がみられ、これを右方にたどると結合組織 (CT) の線維に移行している像もみられる。 (×12,000)
- 写真 30 基底細胞間 (BC) の intercellular space (ICS) が結合組織 (CT) に開口している透過型電顕像。前述の写真29の Ca に続く小孔と思われる。結合組織 (CT) に開口する部位 (A) の基底膜 (BC) は、希薄または断裂しているような像がみられる。 (×60,000)
- 写真 31 写真30に対応する切断像。基底細胞 (BC) の間には、非上皮性の細胞 (Leu) が存在している。基底細胞 (BC) 間の intercellular space (ICS) は、結合組織 (CT) に向って開口している。 (×13,000)
- 写真 32 基底細胞 (BC) 直下の結合組織 (CT) に開口している線維性の小孔または小管 (Ca)。このような小管状のものが基底細胞 (BC) 直下の結合組織 (CT) の線維の中にしばしば存在しているのがみられる。 (×12,000)