

Zur Entwicklung der Haut der Fingerbeere in der frühen Fetalperiode

U. Blick

Pathologisches Institut der Universität Erlangen – Nürnberg (Direktor: Prof. Dr. med. V. Becker)
und Institut für Rechtsmedizin der Universität München (Direktor: Prof. Dr. med. W. Spann),
Bundesrepublik Deutschland

On the Development of the Skin of the Digital Pulp in the Early Fetal Period

Summary. The skin of the digital pulp is of pathologic as well as of forensic interest. Investigations were made with the scanning electron microscope on the fingers of 27 fetuses to get a new insight into the development of this part of the skin. The formation of the peridermal cells is already striking in this region in the early fetal period.

A certain grouping together of these peridermal cells appears to resemble the later developed epidermal ridge. The dermatoglyphics are fully developed by the end of the second trimenon. A more exact time sequence cannot be established due to fluxional transitions and, particularly, to marked individual variations.

Key words: Finger pulp – Fingerprints – Dermatoglyphics – Fetal development.

Zusammenfassung. Mit dem Rasterelektronenmikroskop wurde eine Untersuchung zur Entwicklungsgeschichte der Haut der Fingerbeere durchgeführt. Bereits in der frühen Fetalperiode weist sich diese Region durch eine auffallende Ausprägung der Peridermzellen aus. Eine gewisse Reihenanordnung der Peridermzellen scheint dabei das definitive Leistenmuster schon vorwegzunehmen. Die Entwicklung des Papillarleistenmusters ist mit dem Ende des zweiten Trimenon abgeschlossen. Genauere zeitliche Beziehungen können wegen der fließenden Übergänge und insbesondere der starken individuellen Schwankungen nicht gefunden werden.

Einleitung

Die Entwicklungsgeschichte der Haut ist nach verschiedenen Gesichtspunkten Gegenstand zahlreicher Untersuchungen gewesen. Die Haut der Fingerbeere

Adresse für Sonderdruckanforderungen: Dr. Udo Blick, Institut für Rechtsmedizin, Frauenlobstr. 7a,
D-8000 München 2, Bundesrepublik Deutschland

ist dabei von speziellem Interesse, da hier durch die Papillarleisten ein besonderes Oberflächenrelief gegeben ist, das sowohl im Hinblick auf genetisch festgelegte Krankheiten (z.B. Morbus-Down) für die Humangenetik, aber auch – ihrer Einmaligkeit und Persistenz durch das ganze Leben wegen – von forensischer Bedeutung ist.

Wir haben versucht, Einblick in die Entwicklungsgeschichte dieses Hautbereiches zu gewinnen.

Material und Methode

Es wurden Fingerbeeren von 27 Feten der Scheitel-Steiß-Länge von 2,5 bis 27 cm (dem entspricht ein Schwangerschaftsalter von ca. 1,6 bis 6 Monaten) mit dem Rasterelektronenmikroskop und dem Transmissionselektronenmikroskop untersucht.

a) Rasterelektronenmikroskopie

Die Fingerbeeren wurden nach dem Fixieren (Formalin und Glutaraldehyd) über CO₂ am „critical point“ entwässert und mit Gold bedampft. Als Geräte standen uns ein Rasterelektronenmikroskop Joel SSM-SI sowie ein Stereoscan MK II (Cambridge) zur Verfügung.¹

Die Untersuchungen erfolgten bei stufenweise steigender Vergrößerung von 300- bis 3000fach².

b) Transmissionselektronenmikroskopie

Die Fixation erfolgt in Glutaraldehyd (gelegentlich auch in Formalinlösung). Danach Einbettung in Epon, Herstellung von Semi-Dünn- bzw. Ultra-Dünn-Schnitten und Betrachtung im Transmissionselektronenmikroskop: Elmiskop – 101.

Ergebnisse

Im (frühen) Fetalstadium zeigen die Finger eine vielfach gehöckerte Oberfläche. Schon bei schwacher Vergrößerung (300fach) erkennt man zahlreiche halbkugelig aufgeworfene Bezirke, die dichte Reihen bilden (Abb. 1). Die halbkugeligen Erhebungen sind von einem flachen Hof umgeben (Abb. 2) bzw. auf einer flachen Basis aufsitzend. Dabei ergibt sich, daß diese Gebilde nicht regellos verteilt sind; vielmehr scheinen sie in Reihen angeordnet, so daß immer wieder Erhebungen und Vertiefungen wie Wellentäler und Wellenberge aufeinander folgen. Gelegentlich zeigen die halbkugeligen Gebilde zentrale Einstülpungen oder Vertiefungen. Meist erweist sich die Oberfläche jedoch als unregelmäßig geklappt.

Die rasterelektronenmikroskopische Darstellung gibt nur ein Oberflächenbild; die darunter liegenden Schichten und somit die Ursache für das resultierende Oberflächenrelief können mit der Rasterelektronenmikroskopie allein nicht erfaßt werden.

Der ultrastrukturelle Aufbau dieser Formation wird bei der Betrachtung im Elektronenmikroskop deutlich. In der Abb. 3 sind Anteile der äußeren Epithellage (E) zu erkennen. Über diesen, mit ihren Ausläufern gleich mehrere

¹ Das Stereoscan MK II (Cambridge) wurde von der Deutschen Forschungsgemeinschaft im Rahmen des Sonderforschungsbereiches 51 im Institut für Histologie der Universität München aufgestellt

² Angegeben ist die tatsächliche Originalvergrößerung der Optik (entspricht dem Negativbild)

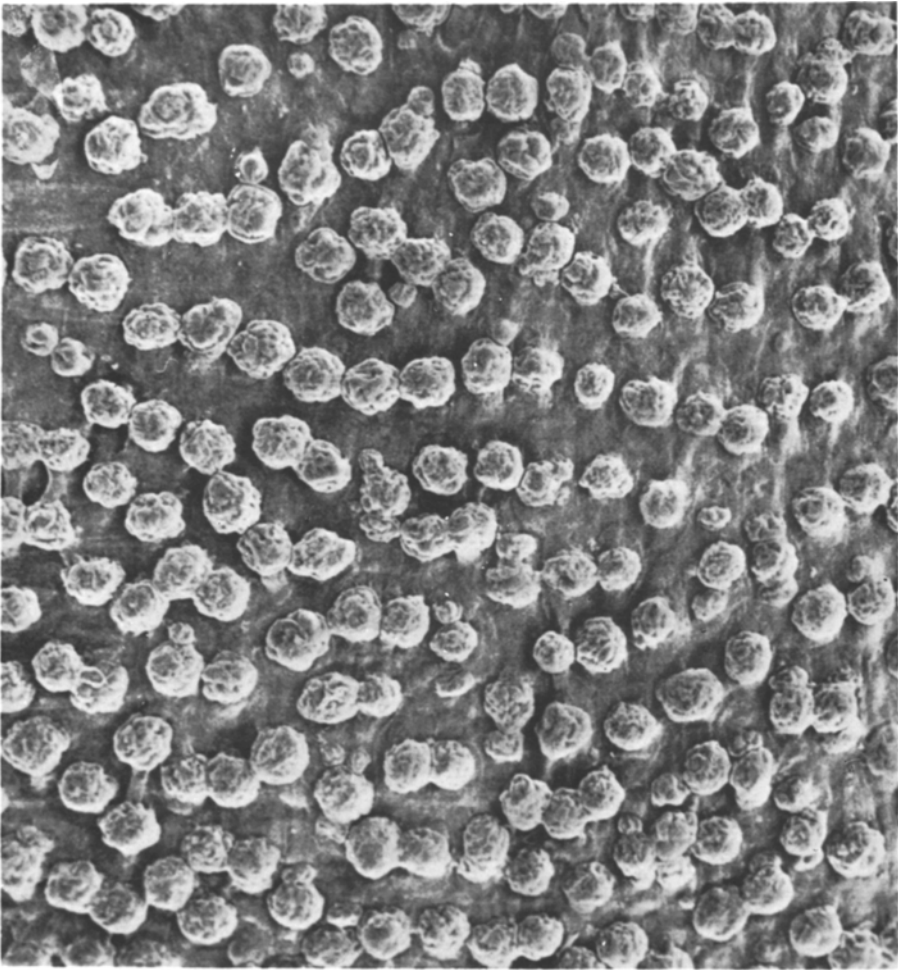


Abb. 1. Fingerbeerenoberfläche eines Feten ca. 10. SSW., formolfixiert. Vergrößerung 300fach. Zahlreiche halbkugelige Gebilde überragen die Oberfläche

solche Deckzellen übergreifend, baut sich dann eine Formation auf, die eine membranartige Begrenzung mit Einstülpungen sowie optisch verschieden dichte Bezirke aufweist. Die äußere Begrenzung ist mit Fortsätzen nach Art von Mikrovilli besetzt. Weiter finden sich membranartige Innenstrukturen sowie ein Zellkern mit Nucleolus (Abb. 4). Der Zellaufbau und insbesondere der Besatz mit zahlreichen Mikrovilli weist das genannte Gebilde als Peridermzelle aus (Pinkus u. Tanay, 1968).

Diskussion

In zahlreichen Arbeiten wurde bisher das Problem des Leistenmusters der Fingerbeere untersucht (Blechsmidt, 1963; Hale, 1952; Schaumann u. Alter, 1976;

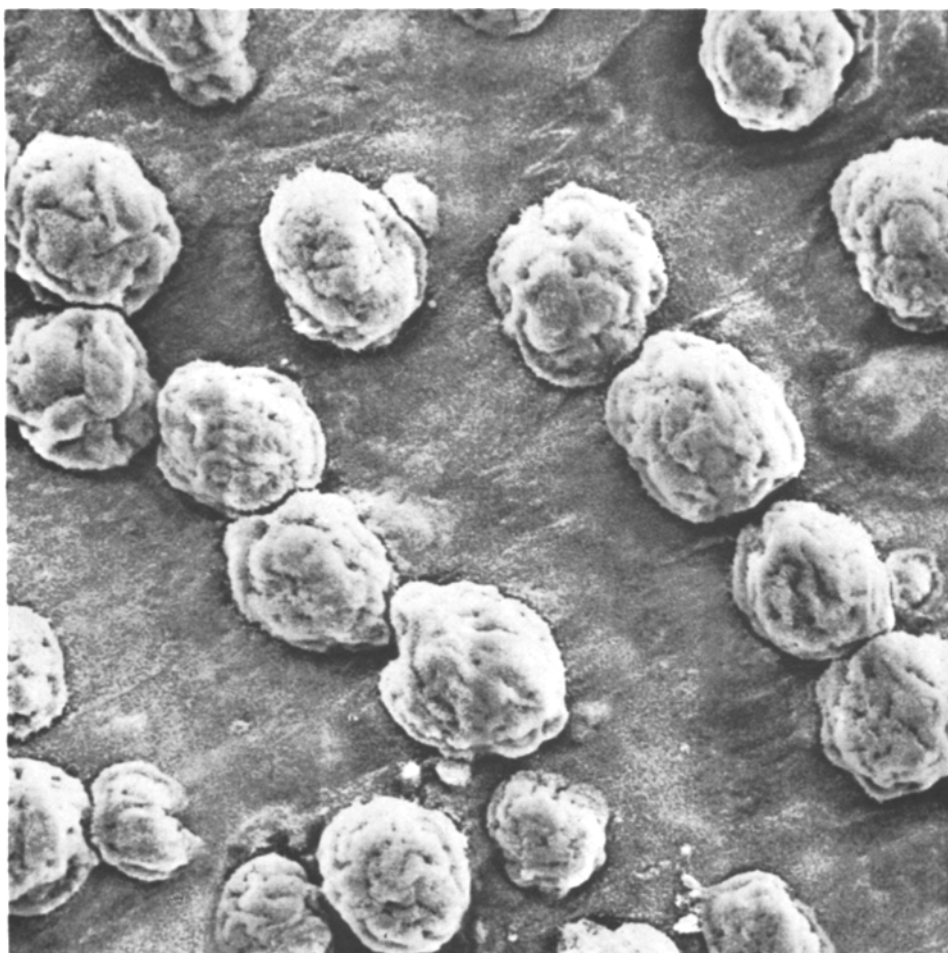


Abb. 2. Gleiches Präparat wie Abb. 1, Vergrößerung 1000fach. Die Erhebungen sitzen einem flachen Hof auf; gehäuft finden sich Einstülpungen. Eine Reihenordnung ist erkennbar

Schlaginhaufen, 1905; Schweichel, 1970; Wendt, 1960; Wolf, 1967/68 u.a.). Der weitaus größte Teil der Arbeiten setzte ein bereits ausgebildetes Leistenmuster voraus und befaßte sich – meist am Abdruck – mit der Architektur des Musters selbst. Dagegen ist die Zahl der Untersuchungen, die die Entstehung des Leistenmusters zum Gegenstand haben, klein (Wendt, 1967). Die meisten Untersucher bedienten sich dabei der Methodik der Gewebeschnittuntersuchung. Die Oberfläche wurde entweder nach zahlreichen Serienschritten zu rekonstruieren versucht oder mittels der plastischen Rekonstruktion im Negativbild sichtbar gemacht (Hale, 1962 u.a.).

Somit verlagerte sich die Aufmerksamkeit von der Fingerbeerenoberfläche weg zu den tiefen Hautschichten. Nach Wendt (1967) finden sich erste Anzeichen



Abb. 3. Fingerbeerenhaut eines Feten 17. Schwangerschaftswoche. Glutaraldehydfixation, Vergrößerung ca. 2400fach. Über der äußeren Epithellage (E) liegt eine Zelle mit zahlreichen Einstülpungen (→). (Eq=quergeschnittene Einstülpung)

der Entstehung von Papillarleisten an der Epidermis-Corium-Grenze. Hier kommt es zu faltenartigen Wucherungen der Epidermis gegen das Corium hin. Hale hat dies 1952 eingehend beschrieben und ein Schema dazu angegeben. Die frühembryonale Entwicklung der Hautschichten des Feten hat insbesondere Wolf (1967) untersucht. Er zeigt auf, daß zunächst ein einschichtiges Epithel vorhanden ist. Wenig später findet sich als äußerste Zellschicht dann die sogenannte Peridermzellschicht, die vom verhornten Plattenepithel abgelöst wird (Wolf, 1968). Nach Schweichel (1970) kommt den Peridermzellen die Fähigkeit zur Exkretion und Resorption zu.

Mit dem Aufsichtsbild der Rasterelektronenmikroskopie war es möglich, die Oberfläche der Fingerbeere zu betrachten und deren Phänomene und ihre



Abb. 4. Ausschnittvergrößerung der Abb. 3 bei 8000facher Vergrößerung. Die Zelle ist von membranartiger Begrenzung umgeben, die Mikrovilli trägt. Im inneren Zellkern mit Nucleolus (*N*) sowie Anteile des endoplasmatischen Retikulum. *Eq* = querschnittene Einstülpung, *E* = Teil einer Zelle der äußeren Epithellage



Abb. 5. Fingerbeerenhaut eines Feten, ca. 10 SSW., formfixiert. Vergrößerung 1000fach. Deutlich erkennbare Reihenanordnung

Veränderungen im Rahmen der embryonalen Entwicklung zu beobachten. Wir fanden, daß die Oberfläche der fetalen Fingerbeere von einer Schicht bedeckt wird, die von zahlreichen halbkugeligen Gebilden überragt wird, die dicht an dicht liegen. Es handelt sich dabei um die äußere Lage der Peridermzellen.

Im elektronenmikroskopischen Bild lassen sich in diesen Peridermzellen ein Zellkern mit Nucleolus, sowie Anteile des endoplasmatischen Reticulum abgrenzen.

Weiter finden sich zahlreiche Einstülpungen und ein ausgeprägter Besatz mit Mikrovilli. Die von Schweichel (1970) angegebene Fähigkeit der Peridermzellen zur Exkretion und Resorption findet hier ein morphologisches Korrelat.

Vergleicht man Fingerbeeren von Feten verschiedenen Entwicklungsalters, so erkennt man, daß die Peridermzellen mit fortschreitender Fetalzeit eine immer ausgeprägtere Lappung bzw. Furchung der Oberfläche zeigen. Gegen Mitte des zweiten Drittels der Fetalentwicklung ist dieses Phänomen besonders deutlich zu sehen; die genannten Veränderungen sind wohl als Ausdruck von Flüssigkeitsverlusten im Rahmen degenerativer Vorgänge zu verstehen.

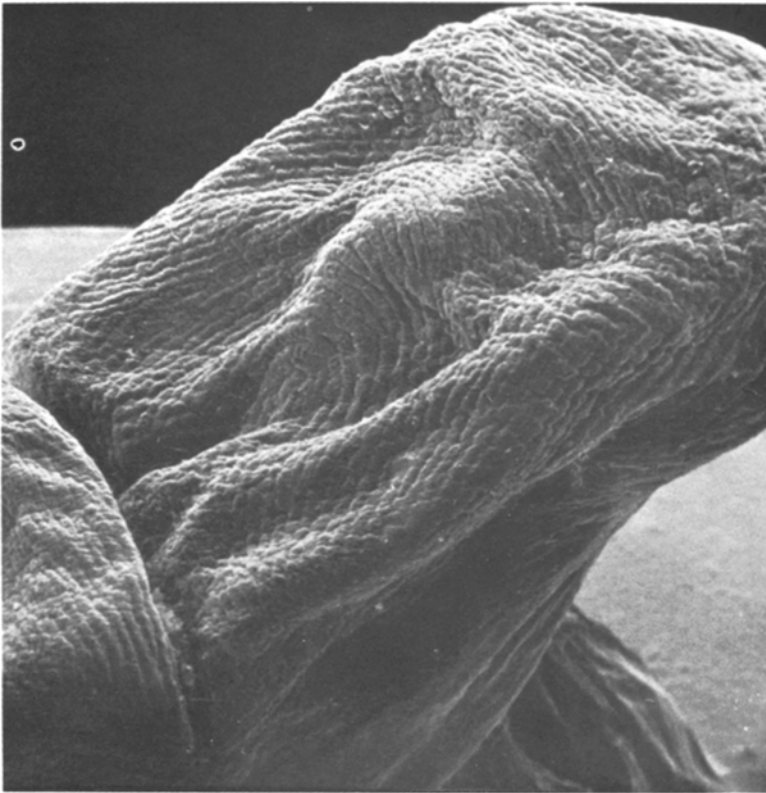


Abb. 6. Finger eines Feten, 17. SSW., formolfixiert. Vergrößerung 20fach. Die verhornte Epidermis hat das Periderm abgelöst. Das definitive Leistenmuster bildet nun die typische Oberfläche der Fingerbeere

Parallel zu den Vorgängen an der Oberfläche der Haut, wenn auch zeitlich versetzt, bilden sich darunter die späteren Hautschichten aus, die nach dem Verschwinden der Peridermzellschicht das definitive Integument bilden.

Wolf hat 1968 darauf hingewiesen, daß in den späteren Hautabschnitten mit besonders hohem Verhornungsgrad (*Planta pedis*, *Palma manus*) die Peridermzellen früher durch die verhornte Epidermis abgelöst werden, als an anderen Körperstellen. Auch wir fanden unterschiedliche Ausbildung der Peridermzellen bei der Haut der Fingerbeere im Gegensatz zur Haut über der Rückenpartie. Die Ausprägung der Peridermzellen ist im Bereich der Fingerbeere wesentlich deutlicher als über der Körperrückseite.

Neben der beschriebenen deutlichen Ausprägung der Peridermzellen zeigen diese auch noch eine gewissen Reihenanzordnung (Abb. 5), die schon jetzt an die spätere Fingerleiste bzw. an das Leistenmuster erinnert. Wenn auch die Ausbildung des späteren Leistenmusters eine Funktion von Vorgängen in den tieferen Hautschichten ist (Schlaginhaufen, 1905; Blechschmidt, 1963; Wendt, 1969; Schaumann/Alter, 1976), so nimmt doch schon in diesem frühen Stadium ein gewisses formatives Element den späteren speziellen Oberflächenaufbau vorweg.

Mit fortschreitender Entwicklung werden die Peridermzellen mehr und mehr abgestoßen und die spätere verhornte Epidermis tritt zu Tage. Im letzten Teil der Entwicklung – im letzten Trimenon der Schwangerschaft – finden wir dann die Verhältnisse beim Feten ähnlich denen beim reifen Kind. Die Epidermis zeigt jetzt deutliche Verhornung, das definitive Papillarmuster hat sich formiert (Abb. 6).

Dabei handelt es sich um einen fließenden Übergang, so daß sich noch kein präzises Schwangerschaftsalter bzw. Entwicklungsalter angeben läßt, bei dem die Papillarleistenbildung abgeschlossen ist. Neben diesem fließenden Übergang gibt es aber auch individuelle Schwankungen. So sahen wir einerseits bei einem Feten der Scheitel-Steiß-Länge von 17 cm bereits eine weitgehende Verhornung und Ausbildung des Leistenmusters, andererseits fanden wir bei einem Feten der Scheitel-Steiß-Länge von 21 cm noch deutliche Reste der ehemaligen frühfetalen Oberflächenstruktur. Dennoch ist bei einer Schwangerschaftsdauer von ca. 5 bis 6 Monaten die Ausbildung des Leistenmusters weitgehend abgeschlossen.

References

- Blechschmidt, E.: Die embryonalen Gestaltungsfunktionen der menschlichen Oberhaut. II. Mitteilung. *Z. Morph. Anthrop.* **51**, 163–172 (1963)
- Hale, A.R.: Morphogenesis of Volar Skin in the Human Fetus. *Am. Journal of Anatomy* **91**, 147–173 (1952)
- Pinkus, H. u. Tanay, A.: Die Embryologie der Haut. In: Handbuch der Haut- und Geschlechtskrankheiten I, Hrsg.: O. Gans u. K. Steigleder. Berlin, Heidelberg, New York: Springer 1968
- Schaumann, B., Alter, M.: *Dermatoglyphics in Medical Disorders*, New York, Heidelberg, Berlin: Springer 1976
- Schlaginhaufen, O.: Über das Leistenrelief der Hohlhand- und Fußsohlenfläche der Halbaffen, Affen und Menschenrassen. *Ergebnisse der Anatomie u. EwG.* XV 632 ff. (1905)
- Schweichel, J.U.: Das Bild der Hautleisten und Furchen und einige Überlegungen zum Problem ihrer Entstehung. In: W. Hirsch, *Hautleisten und Krankheiten*: 1–44 II. Kolloquium Berlin (1970)
- Wendt, G.G.: Zur Histologie und Ontogenese des Hautleistensystems. In: W. Hirsch: *Hautleisten und Krankheiten*. DFG-Kolloquium 1967: 25–32 (Berlin 1969)
- Wolf, J.: The Relation of the Periderm to the amniotic Epithelium. *Folia morphologica* Vol. XV, 384–391 (1967)

Eingegangen am 24. April 1979