

QUALITATIVE GESTALTUNG VON IN ENTWICKLUNG BEGRIFFENEN SKELETTEILEN UNTER EINWIRKUNG DER UMWELT

István Krompecher und László Nébel

Jene deterministische Auffassung, die in der Embryologie so lange herrschte, beschrieb — in schroffem Gegensatz zur funktionalistischen Betrachtungsweise — auch die Skeletteile als prädisponierte, sich von Umgebung und Funktion unabhängig, scharf begrenzt entwickelnde Teile. So sind *Fischel* (6), *Arey* (1) und viele andere Forscher der Ansicht, dass die Skeletteile wie Knochen, Knorpel oder Gelenk früh, also lange vor Beginn der Funktion entstanden sind, und dass die Funktion ihnen nur den letzten Schliff gibt. Auf diese Weise schreibt man selbst heute der Umweltwirkung zu wenig Bedeutung zu, obwohl auf manchen Gebieten, wie z. B. in der Entwicklung der Skeletteile, — innerhalb des durch die Besonderheiten des betreffenden Gewebes gebotenen Rahmens — die Umweltfaktoren es sind, die auf die qualitative und formale Entwicklung der Stützgewebe einen entscheidenden Einfluss ausüben.

Schon lange war die nach den Methoden der Dialektik arbeitende funktionell-kausale Betrachtungsweise, die sich der starr dogmatischen deterministischen Auffassung entgegensetzte, eine stark vertretene Richtung der Embryologie, wie das aus älteren Mitteilungen deutlich hervorgeht. *Roux* (14) hat den Grund dazu gelegt; *Benninghoff* (3) leistete auf dem Gebiete der Strukturanalyse der entwickelten Teile in funktionellem Geiste grundlegende Arbeit; *Spemann* (15) hat in seinen an Kaltblütlern vorgenommenen weltberühmten Experimenten die Methode der Kausalanalyse des Auges begründet; *Bautzmann* (2) deckte die entwicklungsmechanische Bedeutung der Chorda der Kaltblütler auf; *Filatow* (5) und seine Mitarbeiter zeigten in ihren auf die Untersuchung der Wirkungen der Corneatransplantation eingestellten Experimenten Beispiel; *Reiner* führte diese Richtung in die rumänische anatomische Schule ein, und *Krompecher* (10) entwickelte diese Auffassung durch den Erweis der Abhängigkeit der Art der Knochenentwicklung von der mechanischen Inanspruchnahme weiter.

Im Gegensatz zur starren Auffassung der determinierenden Wirkung der Vererbungsfaktoren nahm die sowjet-russische biologische und medizinische Literatur der letzten Jahre sehr energisch Stellung, indem sie immer wieder die Bedeutung der Umweltwirkung betonte. Eine der — unsere Disziplin näher berührenden — Manifestationen dieser Tendenz ist *Karlik's* (8) Aufsatz, worin er die Auffassung, dass die Konstitution durch äussere Einwirkungen unbeeinflussbar sei, widerlegt. Nicht weniger lehrreich scheinen uns *Kassirskij's* (9) Ausführungen über einige der aktuellen Probleme der Medizin vom Gesichtspunkte der mitschurinschen Biologie. Er zieht den Schluss, dass wir den Weg »zum Eingriff in die Funktionen des Organismus finden müssen«. Wir können wohl hinzufügen, dass diese Methode sich auch in der Forschungsarbeit als wesentlich und wertvoll bewährt. Durch alle diese Untersuchungen zieht sich als Leitfaden die von *Pawlow* betonte Notwendigkeit der beständigen Harmonisierung von Analyse und Synthese. (*S. Bikow* (4).)

Näher berühren den Gegenstand dieses Aufsatzes, die Skeletteile von Säugetieren, *Krompecher's* (10) Experimente, der 1935 als erster bewiesen hat, dass unter Einwirkung der mechanischen Umstände (Umweltwirkung) indifferentes Granulationsgewebe auf Zug zu Bindegewebe, und dasselbe Granulationsgewebe auf Druck zu Knorpel wird. Dieser entscheidende

Beweis der Rolle der Umweltwirkung netbee den Ergebnissen weiterer, mit zahlreichen Mitarbeitern (*Pernyész, Goertler, Székely, Gündisch, Puky, Mezey*) geleisteten Arbeiten den Weg, wie das im Buche »Izületképzés« (Gelenksbildung) (12) zum Ausdruck gelangt.

Nach deterministischer Auffassung entwickelt sich ein sich desmal verknöchender Skeletteil in allen seinen Teilen desmal; ein Röhrknochen verknöchert sich bis in seinen kleinsten Teilchen nach einem bestimmten Schema, so z. B. entwickelt sich der Humerus insgesamt durch knorpelige Praeformation, ohne dass die auf die verschiedenen Teile der Knochenoberfläche verschiedenartig einwirkenden Umweltfaktoren den geringsten Einfluss auf den Skeletteil ausüben könnten.

Nach der kausal-funktionellen Betrachtungsweise, hingegen, sind es gerade diese Einwirkungen der Umwelt, die auf die Oberfläche der einzelnen Skeletteile nicht nur in formaler, sondern auch in qualitativer Hinsicht ihren Einfluss ausüben.

Die klaren und eindeutigen Ergebnisse der oben erwähnten Versuche und die durch deren Anwendung in verschiedenen Richtungen gewonnenen Ergebnisse fanden in Fachkreisen allgemeine Annahme. Die im Laufe der embryologischen Untersuchungen, die diesen Experimenten zu Grunde liegen, formulierten Behauptungen erwiesen sich an jedem eingehend untersuchten Material als anwendbar. In Bezug auf die postembryonale Entwicklung der Skeletteile steht der Zusammenhang der Art der Knochenentwicklung mit der mechanischen Inanspruchnahme heute ausser Zweifel. An älteren Feten konnte man diesen Zusammenhang bei gründlicher Untersuchung mit grosser Wahrscheinlichkeit ablesen; dagegen zeigten sich hinsichtlich der frühen Entwicklungsstadien der embryonalen Skeletteile gewisse Schwierigkeiten, ja Zweifel, die weiterer Forschungen bedürfen und deren Klärung erwünscht scheint.

Man kann diese Schwierigkeiten und Zweifel folgendermassen formulieren: Einerseits ist es verständlich und offenbar, dass der in fortgeschrittener Entwicklung begriffene fetale Skeletteil seitens der benachbarten Knochen einer Druckwirkung ausgesetzt ist und so auf Grunde von knorpeliger Praeformation wächst, und dass auf Zugwirkung an den Oberflächen der Diaphyse und der Apophyse dort eine bindegewebige, periostale Knochenentwicklung vor sich geht. Es bleibt aber das schwer verständliche und der Lösung harrende Problem übrig, wie man die Tatsache erklären kann, dass in den jüngeren Stadien der Entwicklung der Skeletteile das *ganze Skeletteil* ohne Ausnahme aus Knorpel aufgebaut ist, obgleich — nach unserer Annahme — der Knorpel sich an den Stellen der Druckwirkung bildet. Eine weitere Frage, die der Antwort wartet, betrifft die qualitative Entwicklung einiger Skeletteile von komplizierter Gestaltung, wo z. B. auf grossen Gebieten der Oberfläche bindegewebliche Praeformation vorherrscht, aber ein gewisses umgrenztes Gebiet auf Grunde von knorpeliger Praeformation gewachsen ist; oder umgekehrt, wir finden die Einstrahlung der Masse eines kollagenen Fibrillenbündels auf einem Gebiete

von knorpeliger Praeformatio. Die Antwort auf diese Frage kann nur nach eingehender Untersuchung der früheren Stadien embryonaler Entwicklung, auf Grunde der genauen Kenntnis derselben erfolgen.

Bei den in der Sammlung des Institutes befindlichen in Formol fixierten Embryonen untersuchten wir einige Skeletteile mit besonderer Topographie, und zwar :

I. Den horizontalen Durchschnitt des Humerus in der Höhe des Schulter-



Abb. 1.

Horizontalschnitt des knorpeligen Humerus eines 23 cm langen menschlichen Fetus. Oben auf dem tuberculum majus und rechts am tuberculum minus ansetzende kurze Rotatoren. Die Teilbilder dieser Stellen sind an Abb. 2 und 3 zu sehen. Zwischen den Tuberkeln befindet sich der sulcus intertubercularis (Abb. 4, der Sehnenquerschnitt des Bizeps ist herausgefallen). Vom tuberculum minus (auf dem Bilde) nach unten: gefäßreiche Knochenhaut (Abb. 5). Die von der nach unten und nach links sich erhebenden, konvexen, glatten, knorpeligen Gelenksoberfläche gefertigten drei Teilbilder siehe auf Abb. 6—8.

gelenkes (siehe Abb. 1), wo die Seitenverschiebung des Gelenks, das Gleiten der Sehne und die Einstrahlung der Muskel den Humerus treffen, d. h. es machen sich Umwelteinwirkungen verschiedener Qualität auf denselben Teil des Skeletts geltend.

II. Einen horizontalen Querschnitt aus dem os coxae, näher aus dem os ischii, in der Höhe der incisura ischiadica minor, also an jener Stelle, wo

die Sehne des musculus obturator internus sich um die Knochenkante windet und auf jene Knochenfläche einen Druck ausübt. (Abb. 9.)

III. Den Längsschnitt der Zehe, wo die knorpeligen Gelenksoberflächen auf der volaren Oberfläche der Metatarsusköpfe sich weit über die Grenzen der gelenklichen Inanspruchnahme hinaus entwickelt haben; aber die Flexorensehnen verlaufen unter ihnen und üben auf sie eine Schleifwirkung aus.

In unseren Untersuchungen machten wir von durchaus zugänglichen, einfachen Methoden Gebrauch: Entkalkung in Salpetersäure, Auswaschen in Lithiumsulfat und nachher in Wasser; Entwässerung, Einbetten. Aus den grossen Blöcken verfertigten wir 8—12 Mikron dicke Schnitte und färbten sie nach den üblichen Methoden.



Abb. 2. und Abb. 3.

Teilbilder von Abb. 1: die in die knorpeligen tuberculum majus (links) und minus (rechts) einstrahlenden Muskel. Die der Einstrahlung der Sehnen entsprechende faserige Struktur des Knorpels ist klar zu sehen.

I. Nach gründlicher Prüfung des Gebietes der proximalen Epiphyse des fetalen Humerus, die — grob formuliert — vollständig aus Knorpel bestehen sollte, kann man an dessen horizontalem, etwa kreisförmigem Kopfe folgende qualitativ verschiedene Teile unterscheiden:

1. Die medial (auf Abb. 1 nach unten) gerichtete Oberfläche des Humeruskopfes liegt gegenüber der Gelenkspfanne der Scapula; die Oberfläche des Knorpels zeigt hier qualitativ die Struktur des Hyalinknorpels in Entwicklung begriffener Gelenksoberflächen.

2. Auf der lateralen Seite findet man im Knorpel die Einstrahlung der Sehnen des am tuberculum majus ansetzenden musculus supra- et infraspinam,

bzw., an der anderen Seite, des am tuberculum minus ansetzenden musculus subscapularis (Abb. 2 und 3). Das histologische Bild ist hier dasselbe, das man am Ansatzpunkt der Sehnen auf den periostalen oder perichondralen Apophysengebieten zu sehen pflegt (*Sharpey'sche Fasern*).

3. Man bekommt ein ganz verschiedenes Bild auf dem Abschnitt, welcher vom tuberculum minus ventromedialwärts zieht: dort findet man auf dem mechanisch geschützten Gebiete, auf dem Eintrittsgebiet der vasa nutritia, ein mit lockerem Bindegewebe versehenes, gefäßreiches Perichondrium (Abb. 5).



Abb. 4.

Auf dem histologischen Bild des dem sulcus intertubercularis entsprechenden Teiles des knorpeligen Humeruskopfes finden wir das Querschnittsbild einer ungleichmässigen Längsfaserung, — entsprechend der Wirkung des Auf- und Abgleitens der Bizepssehne.



Abb. 5.

Auf der mechanisch unbeanspruchten Oberfläche des knorpeligen Humeruskopfes ist der Knorpel durch eine gefäßreiche Knochenhaut abgegrenzt.

4. Es zeigt sich wieder ein anderes Bild auf dem zwischen der beiden Tubercula befindlichen Gebiet des sulcus Intertubercularis, wo wir im Knorpel das Durchschnittsbild einer faserigen Struktur entdecken, welche dem Auf- und Abgleiten der Bizepssehne entspricht (Abb. 4).

5. Die bisher besprochenen Bilder machen die Struktur des Randgebietes der Gelenksoberfläche des Kopfes verständlich. Diese Knorpeloberfläche kommt mit der Gelenkspfanne nur selten oder nie in Berührung; sie wird lediglich durch die Sehne der Muskel niedergedrückt, bzw. an der Gelenkkapsel mässig abgeschliffen. Die Knorpeloberfläche ist charakterisiert durch eine,

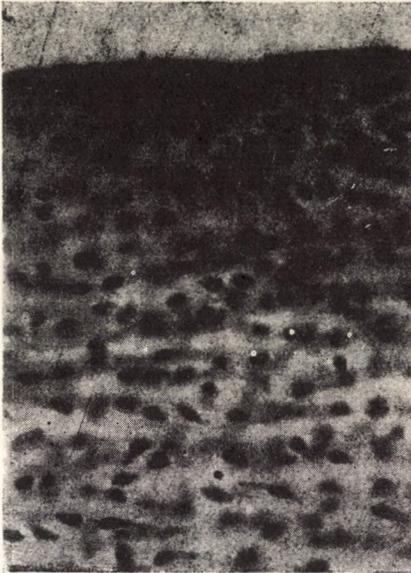


Abb. 6

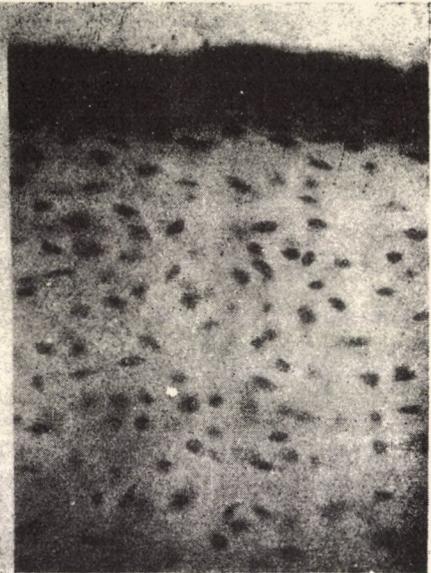


Abb. 7

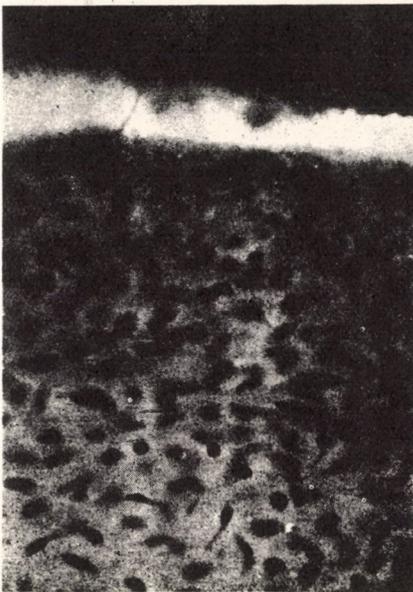


Abb. 8

Jedes der drei von der Gelenksoberfläche des knorpeligen Humeruskopfes aufgenommenen Mikrophotogramme zeigt eine glatte Oberfläche. Nahe dem tuberculum majus (Abb. 6) eine quer gezogene (parallel stehende, längliche Kerne), gefaserte, oberflächliche, zellreiche Schicht. Auf dem mittlerem Bilde (Abb. 7) zwischen den einzelnen Fasern des weit auseinandergedrängten Fasernetzes gut entwickelte Chondronen; auf der Oberfläche schmale faserige Verdichtung. Auf dem der Gelenksoberfläche der Scapula gegenüberstehenden Bilde (Abb. 8) die reichlich mit Grundsubstanz versehenen Chondronen langen bis an die Oberfläche; die faserigen Elemente des Knorpels sind hier in den Hintergrund gedrängt.

den wachsenden Oberflächen eigene, zellreiche Verdichtung. Diese Verdichtung zeigt verlängerte Kerne und z. T. larvierte Bindegewebsfasern, was man als Ergebnis der Zerrwirkung auffassen kann (Abb. 6).

6. Die Rotationsbewegung des Oberarmknochens erklärt den Umstand, dass aus dem Gebiete des mit dem Schulterblatt nur gelegentlich gegenüberstehenden Köpfchens die auf Fig. 6 sichtbaren, oberflächlich verlaufenden Fasern sich durch die gesteigerte Grundsubstanzproduktion der Knorpel-

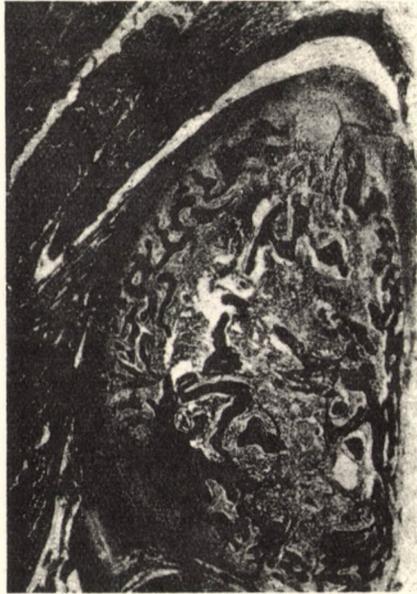


Abb. 9

Durchschnitt aus dem ramus descendens ossis ischii eines 23 cm langen menschlichen Fetus von der Höhe der incisura ischiadica minor. Der Knochen entwickelt sich rundherum periostal (desmal) (Abb. 10); nur am oberen Rande des Bildes, dort, wo der musculus obturator internus gebrochen wird und dadurch auf diese Kante des Knochens einen Druck ausübt, bildet sich der Knochen auf Grunde von knorpeliger Praeformation (Abb. 11).

zellen breiter voneinander abschieben, was adas Erscheinen einer mit der Oberfläche parallelen Schraffierung im histologischen Bilde zur Folge hat (Abb. 7). Wenn wir diesen Bild mit demjenigen des der Gelenkspfanne des Schulterblattes entgegengesetzten Knorpels vergleichen, wird es uns klar, dass da der aus larvierter Grundsubstanz bestehende Hyalinknorpel zu Kosten des Bindegewebes noch entschiedener in den Vordergrund tritt. (Abb. 8).

II. Im weiteren untersuchten wir den Horizontalschnitt des periostal wachsenden ramus des os ischii (Abb. 9); die Entwicklungsverhältnisse dieses Knochenteils sind insofern spezifisch, dass der sehnige Teil des musculus ob-

turator internus sich bei der incisura ischiadica des Knochens scharf umbiegt, und dann in der fossa trochanterica ansetzt. Es ist klar, dass der an der incisura ischiadica minor in spitzem Winkel gebrochene Muskel durch seinen Tonus, besonders aber durch seine Kontraktion auf die Knochenoberfläche einen gewissen Druck ausübt. Die Frage ob dieser Druck irgendwelche Folgen hat, und wenn ja, welcher Art die Folgen sind, d. h. was für qualitative Veränderungen er in der qualitativen Entwicklung der Knochenoberfläche bewirkt, war auch Gegenstand unserer Untersuchungen.

Alle Oberflächen des im grossen und ganzen dreieckigen Knochendurchschnitts zeigen das charakteristische Bild der periostalen Knochenentwicklung (Abb. 9 und 10). Die Art der Knochenentwicklung zeigt lediglich an einem



Abb. 10.

Teilbild aus Abb. 9. Die Oberfläche des os ischii entwickelt sich auf Grund von periostaler (desmaler) Verknöcherung.

einigen Punkte ein von diesem Schema abweichendes, ja ihm gegengesetztes Bild: an der Stelle, wo die Sehne des musculus obturator internus im Winkel gebrochen wird: dort zeigt sich das charakteristische Bild der chondralen Knochenentwicklung (Abb. 11). Wenn man den Mechanismus des musculus obturator internus und die Verhältnisse des Gebietes kennt, wird es offenbar, dass das Entstehen der Knorpelanlage, welche an einer einzigen Stelle des Durchschnitts auftritt, und zwar da, wo die Sehne des musculus obturator internus gebrochen wird, und so auf die Inzisur Druck ausübt, nur durch diesen Druck zu erklären ist.

Diesbezüglich steht uns eine einschlägige experimentelle Angabe aus einer früheren Untersuchung Krompecher's (11) zur Verfügung, die *experimental* die Frage beantwortet, ob die Entwicklungsarts des während des postembryonalen Lebens in Entwicklung begriffenen Knochens an die auf ihn einwirkende, veränderte Umweltwirkung qualitativ reagiert. In diesem an Katzenvorgenommenen Experiment zog er den musculus sartorius durch das Becken, brach

ihn an der incisura ischiadica major und fixierte sein Ende zum trochanter major; einige Monate später untersuchte er, ob der durch diesen experimentellen Eingriff dem obturator internus ähnlichgestellte sartorius-Muskel an der Brechungstelle bei der Inzisur irgendwelche Veränderung erleidet. Der Versuch stellte klar, dass — entsprechend der Erwartung — das Bindegewebe, des sartorius sich in seinem äusseren Teil in Sehngewebe, in seinem an den Knochen



Abb. 11.

Teilbild aus Abb. 10. Der incisura ischiadica minor entsprechende Teil des os ischii. Hier entwickelt sich der Knochen — unter Einfluss des an ihm sich brechenden und auf ihn Druck ausübenden musculus obturator internus — auf knorpeliger Grundlage. Man kann die Knorpelzellenreihen gut erkennen.

grenzenden Teile aber in Faserknorpel umgewandelt hat. Ein Ergebnis des Experimentes, das damals nicht verwertet wurde, aber vom Gesichtspunkte unserer Untersuchungen äusserst bedeutungsvoll scheint, ist der Fund, dass die sonst immer periostale Entwicklungsart der Inzisur unter dem Drucke des sich umbiegenden Muskels in die knorpelige umschlug. Diese experimentale Angabe verleiht eine bedeutende Beweiskraft der funktionellen Wertung des oben besprochenen homologen embryologischen Fundes.

Diese Auffassung wird durch eine weitere, die embryonale Entwicklung betreffende Versuchsangabe Glücksmann's (1) unterstützt, der in Explantaten die periostale, desmale Knochenoberfläche unter mechanischen Druck stellte und dort — unter dem Einfluss des Druckes — Knorpelbildung beobachtete

konnte. *Glücksmann* hat mit diesem Experiment, unter den primitivisierten Verhältnissen der Gewebeskultur (wo die Wirkung der Muskel, der Gefässe und der Nerven die Situation nicht kompliziert), klar bewiesen, dass die Knorpelbildung, die *Krompecher* im lebenden Organismus hervorgebracht hatte, tatsächlich nur der Veränderung der mechanischen Verhältnisse, d. h. der Wirkung des Druckes, zuzuschreiben ist.

Die Differenzierung in Knorpel oder Knochen der bipotenziellen Zellen der Knochenhaut hängt, nach *Lewikowa* (13), ebenfalls von den Umständen ab, wie sie darauf in ihrem 1950 erschienenen beachtungswerten Aufsatz hinweist.

Wir untersuchten noch die knorpeligen Oberflächen der metatarsophalangealen und interphalangealen Gelenke, auf denen wir, ausser das Obige bekräftigenden Funden, nichts erwähnenswertes beobachtet haben.

Aus dem Vorstehenden geht deutlich hervor, dass an verschiedenen Teilen des Organismus die den verschiedenen Umweltwirkungen ausgesetzten Skeletteile je eine qualitativ verschiedene Art der Entwicklung verfolgen. Diese qualitative Verschiedenheit ihrer Entwicklung hängt von den Umwelteinwirkungen ab, bzw. entspricht den Umweltwirkungen, die sich an ihren Oberflächen geltend machen. Quantitativ und qualitativ verschiedene Einwirkungen von Druck, Zug, Abschleifung usw. rufen an den sich entwickelnden Skeletteilen scharf unterscheidbare qualitative Umbildungen hervor.

Die qualitative Untersuchung der Entwicklung der Skeletteile — mit der Untersuchung der Entwicklung der Skeletteile mit spezifischer Inanspruchnahme ergänzt — lehrt uns, dass die Einwirkungen der Umwelt auf das Skeletteil einen entscheidenden Einfluss auf die Gestalt des in Entwicklung begriffenen Skeletteils und auf die Qualität der ihn aufbauenden Gewebe ausüben.

Die in diesem Geisteangestellten Untersuchungen bilden ein Teil der schon publizierten und der noch in Bearbeitung befindlichen ähnlichen Forschungen.

Zusammenfassung

Die kausale histogenetische Untersuchung der Oberfläche der einzelnen Skeletteile hat gezeigt, dass auf deren qualitative Entwicklung die von der Umwelt her auf sie einwirkenden Faktoren (Kräfte) einen entscheidenden Einfluss ausüben.

In jenen frühen Stadien der Entwicklung, in denen die einzelnen Skeletteile qualitativ noch ganz einheitlich aus Knorpel aufgebaut sind, zeigt dieses aus Knorpel bestehende Skelet selbst, an seinen verschiedenen Oberflächen, strukturell ganz verschiedene Bilder. Das proximale Ende des Humerus des in Entwicklung begriffenen Fetus — obwohl er gänzlich aus Knorpel besteht — gibt, hinsichtlich der Gewebsarten, wesentlich verschiedene Bilder, und jede dieser Gewebsarten entspricht funktionell der Kraft, die auf sie wirkt: ebenso die *incisura ischiadica minor* des Sitzbeins, obwohl sich alle benachbarten Oberflächen des Sitzbeins — der Zugwirkung der an ihm entspringenden Muskel entsprechend — bindegewebig entwickeln, knorpelige Entwicklung aufweist, und das gerade infolge der auf diesen Teil einwirkenden Druckkraft. Das Erscheinen dieser mannigfaltigen Gewebsarten kann — nach Zeugnis der Logik und der ausgeführten postembryonalen Experimente — mit den auf sie wirkenden Kräften, d. h. mit der Umweltwirkung — in kausalen Zusammenhang gebracht werden; denn es bildet sich eine perichondrale zugfeste Struktur dort, wo die Sehnen der in den knorpeligen Skeletteil einstrahlenden Muskel eine Zugwirkung darauf ausüben; und es bildet sich eine glatt geschliffene, druckfeste Knorpeloberfläche dort, wo die Gelenksoberfläche des Humerus an die Gelenkspanne des Schulterblattes geschliffen wird. In beiden Fällen entsteht auf dem Skeletteile

eine dauernde Gewebsveränderung, die z. T. strukturell, z. T. qualitativ ist. Die Literaturangaben der Orthopädie — siehe z. B. die bearbeiteten Fälle der luxatio coxae congenita (Ludloff, Harrenstein) — weisen darauf hin, dass man die oben erörterte Auffassung durch planmäßige Bearbeitung des embryonalen und postembryonalen orthopädischen Materials noch mannigfach bekräftigen und konstruktiv erweitern könnte.

Nach der dogmatisch-deterministischen Auffassung dürfte man die Art der Entwicklung lediglich zur Kenntnis nehmen, ohne deren kausale Zusammenhänge zu analysieren. Die Einführung der funktionellen und kausalen dialektischen Methode in die embryologische Forschung hat — im Gegensatz zur deterministischen Auffassung — den Vorteil die einzelnen Geschehnisse in miteinander im Verhältnisse von Ursache und Wirkung stehende Momente zu zersetzen, wodurch man die auf die Entwicklung einwirkenden einzelnen Faktoren mit Hilfe der Beobachtung und experimentaler Methoden erkennen kann.

Diese Erkenntnis gibt uns den Schlüssel des *Handels* in die Hand, wovon wir im Laufe der Regenerationsexperimente und — die in den embryologischen Versuchen gewonnenen Kenntnisse benutzend — auch in der Therapie entsprechend Gebrauch machen können.

Качественное образование развивающихся частей скелета под влиянием среды

И. Кромпехер и Л. Небель

Выводы

Каузальное гистогенетическое исследование поверхностей частей скелета, показало, что влияния окружающей среды играют решающую роль при качественном преобразовании костей.

В тех ранних стадиях развития, когда отдельные части скелета состоят еще исключительно из хряща, этот самый хрящевый скелет дает совсем иную по структуре картину на разных поверхностях. Проксимальный конец плечевой кости развивающегося зародыша, хотя и состоит исключительно из хряща, с точки зрения качества ткани появляется в самом различном виде: каждая разновидность ткани соответствует функционально влияющим на нее силам. Появление этих тканевых разновидностей, судя по послезародышным опытам, стоит в каузальной связи, с влияющими на ткани силами, т. е. с влиянием среды: ведь, перихондральная тракционная структура, образуется там, где сухожилия мышц иррадирующе в хрящевую часть скелета оказывают тянущее влияние на его, а гладкая, шлифованная хрящевая поверхность способна противостоять давлению, образуется там, где суставная поверхность плечевой кости шлифуется на суставной впадине лопатки. В обоих случаях в костях происходит остающееся тканевое изменение под влиянием внешних сил, а это изменение является отчасти структурным, отчасти качественным. Данные ортопедической литературы (на пример, исследования случаев врожденного вывиха тазового сустава, Лудloff, Гарренштейн) говорят за то, что вышеуказанные взгляды можно подтвердить и развивать с разных сторон, систематически исследовав зародышный и послезародышный ортопедический материал.

По догматическому детерминационному взгляду все, что в наших силах, просто наблюдать факты развития, а анализировать их с каузальной точки зрения, мы не можем. Применение функционального и диалектического метода в эмбриологии, в противоположность детерминационному взгляду, имеет то преимущество, что он разделяет весь процесс развития на отдельные, стоящие в каузальной связи, фазы. Таким образом, становится возможным наблюдение отдельных факторов развития и их экспериментальное изучение.

Вот именно это распознавание дает нам ключ к действию: используя факты, собираемые путем опытов над регенерацией и путем эмбриологических исследований становится возможным и терапевтическое применение этих фактов.

LITERATUR

1. Arey L.: *Developmental Anatomy*. London. (1946).
2. Bautzmann H.: *Arch. Entw. Mech.*, Bd. 199. (1929).
3. Bennighoff A.: *Lehrbuch der Anatomie des Menschen*. München. (1940).
4. Bikow K. M.: *Szcvjet Orvostud mányi Beszámoló*. Bd. II. (1950).
5. Filatov V. P.: *Пересадка роговицы и тканевая терапия* Optische Corneatransplantation und Histotherapie. Moskau. (1945).

6. *Fischel A.*: Lehrbuch der Entwicklung des Menschen. Berlin (Springer). (1929.)
7. *Glücksmann A.*: Journal of Anatomy, Vol. 76. (1942.)
8. *Karlik L. N.*: Szovjet Orvostudományi Beszámoló Bd. II. (1950.)
9. *Kassirskij I. A.*: Szovjet Orvostudományi Beszámoló Bd. II. (1950.)
10. *Krompecher I.*: Die Knochenbildung. Jena (G. Fischer). (1937.)
11. *Krompecher I.*: Verh. d. Anat. Ges. (1937.)
12. *Krompecher I.*, und Mitarbeiter: Izületképzés (Gelenksbildung). Kolozsvár. (1943.)
13. *Lewikowa A. M.*: Доклады Академии Наук СССР 1. (1950.)
14. *Roux W.*: Gesammelte Abhandlungen. Leipzig. (1895.)
15. *Spemann H.*: Experimentelle Beiträge zu einer Theorie der Entwicklung. (1936.)
Berlin (Springer.)