Aus dem Städtischen Säuglingsheim zu Dresden.
(Dirigierender Arzt: Prof. Dr. H. Bahrdrf.)

Ueber vorbeugende Höhensonnenbestrahlung gegen Rachitis.

Von Dr. Emil Mengert.

In der Zschr. f. Orthop. 39 H. 4 berichtet Huldshinsky über seine glänzenden Erfolge in der Behandlung der manifesten Rachitis mit künstlicher Höhensonne. Er beschreibt die Heilung von 24 Kindern im Alter von 2—7 Jahren mit schwerster florider Rachitis, bei denen außerdem eine orthopädische Behandlung in Frage kam. Es liegt der Gedanke nahe, ob es nicht möglich wäre, durch rechtzeitige

Bestrahlung mit Ultraviolettlicht den Ausbruch der Rachitis überhaupt zu verhüten. Huldshinsky wirft auch diese Frage auf, und gleichzeitig spricht Putzig von der theoretischen Möglichkeit einer prophylaktischen Bestrahlung zur Verhütung der Rachitis. Gerade der Krankenbestand eines Säuglingsheimes schien besonders geeignet, in dieser Hinsicht Versuche anzustellen und einen Beitrag zu liefern in der Frage nach der vorbeugenden antirachitischen Beeinflussung des Körpers mittels der künstlichen Höhensonne.

Es wurde in der Weise vorgegangen, daß wir unsere Versuche im Hochsommer mit 18 Säuglingen gleichzeitig begannen. Die Kinder waren im 1. und 2. Monat, nur 1 Kind war 2½ Monate alt. Dieser Zeitpunkt schien der gegebene zu sein. Nach den Untersuchungen Schmorsls macht die Rachitis frühestens im 3. Monat nachweisbare Veränderungen am Skelett. Eine Ausnahme machen die Frühgeburten, bei denen nach Ylppö bereits Ende des 1.—2. Lebensmonates fast ausnahmslos die Kraniotabes zu finden ist. Jedoch scheinen die noch früheren Untersuchungen von Birk und Orgler, die bei einer Frühgeburt von 2200 g Gewicht bereits 2½ Monate vor dem Auftreten der klinischen Symptome im Stoffwechselversuche eine Kalkunterbilanz feststellen konnten, zu beweisen, daß die Rachitis schon eher beginnt. Während der Bestrahlung wurde selbstverständlich weder Lebertran noch ein Kalkpräparat gegeben. Neben der klinischen Beobachtung des Skeletts und des allgemeinen Zustandes wurde das Blutbild genau beobachtet und die Befunde durch Röntgenaufnahmen kontrolliert, und zwar nach dem Vorschlag Huldshinskys durch Aufnahmen des rechten Unterarmes, aus dessen pathologischen Veränderungen ein Urteil über sonstige Knochenbefunde gefällt werden sollte; nur bei den Frühgeburten waren gute Bilder aus technischen Gründen mit großen Schwierigkeiten herzustellen. Besonderes Augenmerk wurde aus Gründen der Differentialdiagnose auf die Knochenaufnahmen der Luetiker gelegt. Die Bestrahlung selbst wurde nach folgendem Schema durchgeführt:

Die Kur besteht aus insgesamt 30 Bestrahlungen in 2—3tägigem Abstand und ist in 10—11 Wochen beendet. Es wird abwechselnd Brust oder Rücken bestrahlt. Die 1. Bestrahlung beginnt mit 3 Minuten und 1 m Entfernung von dem Licht. Bei jeder weiteren Bestrahlung wird bei gleichem Abstand um 3 Minuten gesteigert bis 15 Minuten. Dann wird nach je 2 Bestrahlungen der Abstand um 10 cm bis auf 70 cm verkürzt bei gleichbleibender Bestrahlungsdauer. Nun wird bei 70 cm Abstand weiter je 3 Minuten gesteigert bis 30 Minuten Höchstbestrahlungsdauer. Die weiteren 14 Bestrahlungen werden in 60 cm Abstand ausgeführt.

Zur Bestrahlung benutzten wir die „Künstliche Höhensonne“ von Hanau. Durch Rektalmessungen vor und nach der Bestrahlung konnte im Durchschnitt nur ein Temperaturabfall von 0,2—0,4° festgestellt werden, wodurch das Allgemeinbefinden der Säuglinge nicht beeinträchtigt wird. Da wir bei den nahen Bestrahlungen im unteren Teile des Gesichts öfter leichte Erytheme sahen, wurde stets das ganze Gesicht gegen die Strahlen geschützt.

Zur Behandlung wurden solche Patienten des Säuglingsheimes ausgewählt, bei denen mit Wahrscheinlichkeit später der Ausbruch der Rachitis zu erwarten war; es waren 10 Frühgeburten, 5 ernährungsgestörte Kinder, 2 Kinder mit kongenitaler Lues und ein Ammenkind. Von diesen Kindern starben während der Behandlung 3, darunter 2 Frühgeburten und 1 Kind mit Lues, 2 Kinder vollendeten aus äußeren Gründen die Bestrahlung nicht. Keines der Kinder zeigte bei Beginn der Bestrahlung irgendwelche klinischen Erscheinungen von Rachitis, mit Ausnahme des Ammenkindes, das bereits in der 4. Lebenswoche eine umschriebene Weichheit an den Scheitel-

beinen aufwies; dies Ammenkind wurde also vielleicht, streng genommen, nicht prophylaktisch bestrahlt. Die Bestrahlungen selbst verliefen im allgemeinen ohne Besonderheiten. Ein Einfluß auf Hauterkrankungen, wie Furunkulose und Impetigo, konnte nicht festgestellt werden. Bei manchen Kindern hatten wir den Eindruck, als wenn die interkurrierenden Grippen seltener aufgetreten wären als bei den nicht bestrahlten Säuglingen.

Von den Frühgeburten, bei denen die Behandlung zu Ende geführt wurde (7), wog eines unter 1500, 5 unter 2000 und eines über 2000 g; sie waren im VII.—VIII. Konzeptionsmonat. Sie wurden bis zur Vollendung des 2. Monats mit $\frac{1}{2}$ Frauenmilch und $\frac{1}{2}$ Holl. Säuglingsnahrung ernährt und bekamen vom 3. Monat ab die $\frac{2}{5}$ Buttermehlnahrung nach Czerny-Kleinschmidt. Die Zunahmen waren während der 10–11 Wochen der Bestrahlung durchschnittlich 900–1200 g, nur ein Kind nahm über 2000 g zu. Die am Schlusse der Bestrahlung erreichten Gewichte bleiben hinter den Durchschnittszahlen, wie sie über die Zunahme der Frühgeburten angegeben werden, z. T. bis über 1000 g zurück, was wohl darauf zurückzuführen ist, daß es sich um Frühgeburten handelt, die in schwer ernährungs-gestörtem Zustande ins Heim kamen. Auch im Längenwachstum erreichten die Kinder die Durchschnittszahlen (4,75 cm pro Monat) nach Friedenthal, die von Reiche aus dem Kaiserin Auguste Victoria-Haus auch für Frühgeburten bestätigt wurden, nicht ganz. Die Zunahme des Kopfumfanges während der Kur war durchschnittlich 4,2, des Brustumfanges 5,1, des Schulterumfanges 7,3, des Längenwachstums 9,1 cm, also auch hier langsames Wachstum.

Die ernährungsgestörten Säuglinge waren Dystrophiker, die stark untergewichtig waren, blass, trockene Haut aufwiesen und mit Buttermehlnahrung ernährt wurden, was den Ausbruch der Rachitis bekanntlich nicht hintanhält. Der Luetiker wurde mit Margarine-mehlnahrung während der ganzen Bestrahlungszeit ernährt und erreichte eine Gewichtszunahme von 1050 g.

Die Resultate nach Beendigung der Bestrahlung waren ausgezeichnet. Die Kinder, die dauernd im Krankenhaus beobachtet wurden, zeigten alle ein gesundes Aussehen mit bräunlichem Hautkolorit und gutem, z. T. sehr kräftigem und derb entwickeltem Unterhautfettgewebe, waren sehr lebhaft, beweglich und nahmen regen Anteil an der Umgebung. Die peripherischen Drüsen waren meist fühlbar, spasmophile Erscheinungen sahen wir nicht. Von den Frühgeburten zeigten 4 überhaupt keine Anzeichen von Rachitis, 3 nur fingerkuppengroße, schwer eindrückbare, elastische, kraniotabische Stellen am Scheitelbein, seitlich der Lambda-naht, davon eines, das immer auf einer Seite lag, nur auf dieser eine kleine Erweichungsstelle. Das Ergebnis bei den Frühgeburten war besonders bemerkenswert, da nach Ylppö fast jede Frühgeburt im 2. Monat an Rachitis erkrankt; bei zweien sahen wir eine im 2. Monat auftretende kraniotabische Stelle während der Bestrahlung vollkommen ausheilen. Auch bei dem Ammenkind, das nur Muttermilch bekam und bei dem die frühe Kraniotabes bei Beginn der Bestrahlung nicht ohne weiteres auf Rachitis zurückzuführen war oder doch für Mitwirkung einer besonderen rachitischen Veranlagung sprach, wies am Schluß der Bestrahlung die Verkleinerung und das Härterwerden der kraniotabischen Stellen auf die Neigung zur Heilung hin. Von den Dystrophikern hatte nur ein Kind eine Andeutung von Kraniotabes. Das Kind mit kongenitaler Lues war vollkommen frei von klinisch-rachitischen Erscheinungen. Besonders wichtig erscheint die Feststellung, daß der Thorax aller bestrahlten Kinder sich ohne alle Zeichen einer rachitischen Erkrankung entwickelte. Zweimal konnten geringe Spuren von Rosenkranz bis zum Schlusse der Bestrahlung zum Verschwinden gebracht werden. Sonst war der Thorax stets wohlgeformt, walzenförmig und hoch gewölbt, annähernd in Höhe des Bauches beim Liegen reichend, wie bei gesunden Brustkindern. Die Knochenränder der Fontanellen waren hart. Eine Epiphysenverdickung wurde nicht gesehen. Als eine Besonderheit wäre noch zu bemerken, daß klinisch bei keinem Kind ein Milztumor festgestellt werden konnte. Die klinischen Beobachtungen wurden durch Röntgenbilder kontrolliert: Veränderungen in der Epiphysengrenze waren nicht zu konstatieren.

Leider verbietet es der Platzmangel, Krankengeschichten einzeln anzuführen. Nur die eine Krankengeschichte, der kleinsten Frühgeburt, möge als Beispiel für die anderen dienen.

Das Kind Ilse M., mit einem Geburtsgewicht von 1400 g, wird im Alter von 2 Wochen wegen Dyspepsie und Anfällen von Asphyxie mit einem Gewicht von 1280 g, einer Länge von 41,5 cm, einem Kopfumfang von 30,5 cm, einem Brustumfang von 27,5 cm und einem Schulterumfang von 29 cm in das Krankenhaus eingeliefert. Das Kind war nie gestillt. Mit 5 Wochen und bei einem Gewicht von 1750 g wird die Bestrahlung begonnen und bis zur 13. Bestrahlung ohne Zwischenfall im Säuglingsheim selbst durchgeführt. Das Kind wurde nun mit Buttermehlnahrung resp. Margarinemehlnahrung zur Mutter entlassen, die es wöchentlich durchschnittlich dreimal zur Bestrahlung ins Heim brachte. Am Schlusse der 30 Bestrahlungen (Ende des 5. Monats) hat es ein Gewicht von 4000 g erreicht, eine Länge von 55 cm, einen Kopfumfang von 36 cm, einen Brustumfang von 35 cm, einen Schulterumfang von 40 cm. Es macht den Eindruck eines gesunden, kräftigen Kindes, mit ausgezeichnetem festem Panniculus adiposus, mit gutem Turgor und leicht bräunlicher, gut durchbluteter Haut. Drüsen sind nirgends fühlbar, Scheitelbeine sind hart, ohne jede Spur von Kraniotabes. Die Fontanelle

ist mäßig groß, mit harten Rändern, eine Thorakotabes ist nicht feststellbar, auch kein Milztumor. Das Kind gedeiht weiterhin mit Buttermehlnahrung.

Das Gegenstück zu diesem ist das Kind Ilse Z., das ebenfalls als Frühgeburt mit einem Geburtsgewicht von 2400 g dem Säuglingsheim wegen Unterernährung an der Brust mit einem Gewicht von 1600 g überwiesen wurde. Im Alter von 6 Wochen, mit einem Gewicht von 2600 g, einer Länge von 45 cm, einem Kopfumfang von 32,5 cm, einem Brustumfang von 29 cm, einem Schulterumfang von 32 cm, begann die Bestrahlung. Nach der 11. Bestrahlung wurde das Kind mit Buttermehlnahrung zur Mutter entlassen, mit der Weisung, dreimal in der Woche zur Bestrahlung sich einzufinden. Leider befolgte die Mutter wegen schwerer Erkrankung den Rat nicht, und im Alter von 5 Monaten konnte das Kind nochmals untersucht werden. Es hatte ein Gewicht von 5080 g, eine Länge von 63 cm, einen Kopfumfang von 39,5 cm, einen Schulterumfang von 43,5 cm, einen Brustumfang von 39 cm und war bisher mit Buttermehlnahrung ernährt worden. Das Unterhautfettgewebe hatte sich ausgezeichnet entwickelt (Wirkung der Buttermehlnahrung!), die Haut ist bräunlich, von normaler Beschaffenheit; jedoch sind die hinteren Teile der beiden Scheitelbeine und die Hinterhauptsschuppe vollkommen erweicht. Die Knochenränder der Fontanelle sind weich, der Thorax zeigt an Stelle des Zwerchfellansatzes deutliche Einziehungen, ist seitlich zusammengepreßt, das Brustbein ist nach vorn geschoben, und ein Rosenkranz ist sichtbar und fühlbar. Die Milz ist als derber Tumor palpabel. Keine Epiphysenverdickungen.

Die Hb-Werte und Erythrozytenzahlen der Frühgeburten vor der Bestrahlung waren normal und schließen sich den von Landé gefundenen Zahlen an. Doch erreichte die Mehrzahl unserer Kinder im 4. Monat und 5. Monat nicht die tiefen Werte, die Landé in ihren Untersuchungen fand, sondern bewegten sich zwischen 65 und 90%. Fünf Frühgeburten hatten jedenfalls nach der Bestrahlung niedrigere Hb-Werte als vorher. Das Blutbild der Frühgeburten zeigte außerdem die bereits von anderer Seite beschriebenen Anomalien. Bei den anderen Kindern sahen wir ebensooft Zunahme wie Abnahme in den Erythrozytenzahlen. Im allgemeinen konnten auch hier die Angaben Traugott's bestätigt werden, daß durch die Höhensonne keine Einwirkung auf die Erythrozyten stattfindet. Die Zunahme der Hb-Zahl war einige Male nur unbedeutend. Jedoch erlauben die wenigen Fälle keinen weiteren Schluß.

Die Erforschung der Wirkungsart der künstlichen Höhensonne auf den ganzen Körper hat durch zwei bedeutsame Entdeckungen in neuester Zeit große Fortschritte gemacht, die uns das Verständnis unserer Höhensonnenerfolge näher bringen und vielleicht geeignet sind, die vielen Theorien auf eine experimentell gefestigte Grundlage zu stellen. In erster Linie sind das die Arbeiten von Gassul und Marg. Levi. Bisher hat man im allgemeinen von einer Beeinflussung und Hebung der fermentativen Prozesse des Gesamtorganismus gesprochen, da eine genauere Erklärung der Strahlenwirkung auf die inneren Organe infolge der Feststellung, daß die Ultraviolettstrahlen nicht tiefer als 0,8 mm (Janson) in die Haut eindringen und im Papillarkörper vom Hb des Blutes resorbiert werden, noch nicht möglich war. In den oben erwähnten Arbeiten wurde durch Tierversuche festgestellt, daß bei stärksten Dauerbestrahlungen, die sich mit den therapeutischen Dosen nicht vergleichen lassen, schwere Veränderungen in den inneren Organen auftraten, besonders starke Hyperämie und Plasmazellenwucherungen in der Milz, Hyperämie der Nieren und Hyperämie und Nekroseherde in der Leber. Vielleicht zeigen uns die experimentell gefundenen Tatsachen einen Weg, auf dem eine befriedigende Erklärung für die Art der Heilwirkung der Ultraviolettstrahlen zu finden ist. In der Sitzung der Münchener Gesellschaft für Kinderheilkunde vom 19. XI. 1919 wird von Benjamin wieder auf die Beziehungen zwischen Rachitis und Milztumor hingewiesen und krankhafte Vorgänge in der Milz zur Rachitis in Beziehung gebracht. In der Tat konnte in unseren Versuchen bei keinem der bestrahlten, rachitisfreien Kinder eine Vergrößerung der Milz nachgewiesen werden. Allerdings eine Veränderung des Knochenmarks konnte auch bei den Dauerbestrahlungen im Tierversuch nicht konstatiert werden. Ob die Hyperämie als Heilmittel und die Aufnahme der kurzwelligen Strahlen durch das Hb bei der Annahme, daß die primären Erscheinungen der Rachitis im hämatopoetischen System zu suchen wären (Benjamin-Aschenheim, Naegeli), eine bedeutsame Rolle in der Strahlentherapie spielt, darüber zu entscheiden ist noch nicht an der Zeit. Vielleicht weisen in dieser Frage die Sensibilisierungsversuche mit Eosin (Gassul) der Therapie noch neue Wege.

Der zweite Weg, den die Forschungen beschritten haben, um in das Wesen dieser schwierigen Materie einzudringen, datiert von der wichtigen Anregung, die von der Antrittsrede Blochs in Basel ausging. Er sprach von einer schützenden Wirkung der Haut gegen Schädigungen, die, von außen kommend, durch Abwehrprozesse in der äußeren Bedeckung abgehalten oder wenigstens abgeschwächt werden. Diese esophylaktische Funktion der Haut, die in der Hauptsache in der Produktion immunisierender Stoffe im Papillarkörper besteht (Hoffmann, Menze), soll verstärkt und gefördert werden durch die kurzwelligen, stark hyperämisierend wirkenden Ultraviolettstrahlen. Diese Erkenntnis der antitoxinbildenden Funktion der äußeren Bedeckung und die Annahme, daß vielleicht durch die erhöhte Tätigkeit der hyperämischen und gereizten Milz diese Funktion noch verstärkt wird, erinnert uns daran, daß auch bei der

Rachitis eine Toxinantitoxinbindung stattfinden könnte. Erst kürzlich hat Selters wieder auf die Hypothese von Kassowitz und Koch hingewiesen, nach der die Ursache der Rachitis darin zu suchen wäre, daß in der Epiphysenlinie abgelagerte Bakterien zerstört werden und ihre freiwerdenden Toxine den entwicklungsstörenden Einfluß auf das Knochenwachstum ausüben. Diese Toxine werden vielleicht durch die unter der Wirksamkeit der Höhensonne in erhöhtem Maße gebildeten Antitoxine unschädlich gemacht, und die Ausheilung der Rachitis erfolgt, oder es wird sogar das Manifestwerden der Erkrankung hintangehalten. Der Kalkanbau in der Kuorpelknochengrenze kann ungestört vor sich gehen und die Heilwirkung vielleicht beschleunigt werden durch Zugabe von Kalk in gut resorbierbarer Verbindung, der bekanntlich im floriden Stadium der Rachitis ohne jeden Einfluß auf die Heilung ist.

Ueber die Rolle des Pigments, das bei der Bestrahlung gebildet wird und das wir in unseren Fällen stets beobachten konnten, als Helfaktor sind die verschiedensten Ansichten laut geworden. Huld-schinsky erwägt die Hypothese, daß das gebildete Hautpigment als Katalysator die Uebertragung des Kalks auf die Knochen vermittelt. Rollier meint, daß das Pigment die kurzwelligen Strahlen in langwellige verwandelt, wodurch eine größere Tiefenwirkung erzielt wird. Kisch schließt sich in einer neueren Arbeit im allgemeinen der Meinung von Finsen und Unna an und hält die Pigmentation nur für eine Schutzreaktion des Körpers gegen die Wärmewirkung.

V. Sohlern denkt an eine direkte Wirkung auf den Sympathikus durch die Ultraviolettstrahlen. Man wird bei dieser Annahme erinnert an die Versuche Stöltzners, der die Rachitis durch Adrenalininjektion therapeutisch anging, und die Versuche Uffenheimers, der bei der englischen Krankheit eine Hypotonie des sympathischen Systems annimmt.

Zusammenfassung. Die ausgezeichneten Erfolge, die wir mit der prophylaktischen Bestrahlung mit künstlicher Höhensonne erzielen konnten, ermutigen zu weiteren Versuchen. Besonders die hervorragende Heilwirkung bei der fast unvermeidlichen Frühgeburtenrachitis erscheint bemerkenswert. Es wird die Zeit nicht mehr fern sein, wo man zur Behandlung und Aufzucht von Frühgeburten die prophylaktische Höhensonnenbestrahlung mit in erster Linie fordern wird. Debile Kinder und Säuglinge mit kongenitaler Lues, bei denen die Rachitis sehr häufig auftritt, können vor der in stetem Zunehmen begriffenen Krankheit bewahrt werden. Auf die Bedeutung dieses Ausblickes auf die Zukunft des heranwachsenden Geschlechts erübrigt sich hinzuweisen.

Aschenheim-Benjamin, D. Arch. f. klin. M. 97. — Benjamin, Mschr. f. Kindhik. 18, S. 388. — Birk-Örgler, Mschr. f. Kindhik. 9. — Gassul, Strahlenther. 9 H. 1 u. 10 H. 2. — Hamburger, D. m. W. 1920 Nr. 6. — Hoffmann, D. m. W. 1919 Nr. 45. — Huld-schinsky, Zschr. f. Orthop. 39 H. 4; D. m. W. 1919 Nr. 26; Strahlenther. 11. — Kisch, Strahlenther. 10 H. 1. — Landé, Zschr. f. Kindhik. 22. — Levy, Strahlenther. 9 H. 2; Zschr. f. klin. M. 89. — Menze, M. m. W. 1920 Nr. 39. — Naegeli, M. m. W. 1918 Nr. 21. — Putzig, Ther. Hmh. 1920 Nr. 8. — Reiche, Zschr. f. Kindhik. 12. — Riedel, M. m. W. 1920 Nr. 29. — Selters, B. kl. W. 1919 S. 145. — v. Sohlern, Ther. d. Gegenw. 1920 H. 8. — Traugott, M. m. W. 1920 Nr. 12. — Uffenheimer, Mschr. f. Kindhik. 18 S. 390. — Ylppö, Zschr. f. Kindhik. 20 u. 22.