A. S. Bludorow

Besonderheiten der Wärmeregulation im Säuglingsalter

VEB VERLAG VOLK UND GESUNDHEIT · BERLIN

A. S. Bludorow

Besonderheiten der Wärmeregulation im Säuglingsalter

VEB VERLAG VOLK UND GESUNDHEIT · BERLIN
1956

Russischer Originaltitel mit bibliographischen Angaben:

А. С. Блудоров
Особенности теплорегуляции у детей раннего возраста
Государственное издательство медицинской литературы
Медгиз - 1954 - Москва

A. S. Bludorow
Besonderheiten der Wärmeregulation im Säuglingsalter
Staatsverlag für medizinische Literatur
Medgis - 1954 - Moskau

Übersetzung: Albert Kopp, Halle/Saale
Redaktion: Dr. Leo Mendel, Berlin

INHALTSVERZEICHNIS

Vorwort 5

1. KAPITEL

Wärmeregulationsmechanismus und dessen Beeinflussung durch äußere und innere Faktoren 7

Erhaltung des Wärmegleichgewichts bei verschiedenen Temperaturen 10

Einfluß meteorologischer Faktoren auf den Gesamtorganismus .. 14

Altersbesonderheiten der Wärmeproduktion beim Kinde 16

Altersbesonderheiten der Wärmeabgabe durch Verdampfung 19

Altersbesonderheiten der Wärmeabgabe durch Wärmeleitung und -strahlung 23

2. KAPITEL

Energetisch indifferenter Temperaturbereich bei Säuglingen 24

Untersuchung der Beziehungen zwischen Hauttemperatur, Lufttemperatur und Luftfeuchtigkeit 27

Nomogramm des indifferenten Temperaturbereichs im Säuglingsalter 32

Abhängigkeit des energetisch indifferenten Temperaturbereichs von Bekleidung und Lebensalter 35

Bedeutung der energetisch indifferenten Temperaturen für die Gestaltung der Umwelttemperatur beim Säugling 37

3. KAPITEL

Altersmäßige Anpassung der Wärmeregulation des Säuglings an Kälte und Wärme 39

Wärmeregulation bei Säuglingen während des Schlafes in kalter Luft 39

Thermoregulatorische Reflexe auf lokale Abkühlung bei Säuglingen 49

Thermoregulatorische Reflexe bei Säuglingen auf Wärmereize .. 54

A. S. Bludorow

Besonderheiten der Wärmeregulation im Säuglingsalter

VEB VERLAG VOLK UND GESUNDHEIT · BERLIN
1956

Russischer Originaltitel mit bibliographischen Angaben:

А. С. Блудоров
Особенности теплорегуляции у детей раннего возраста
Государственное издательство медицинской литературы
Медгиз - 1954 - Москва

A. S. Bludorow
Besonderheiten der Wärmeregulation im Säuglingsalter
Staatsverlag für medizinische Literatur
Medgis - 1954 - Moskau

Übersetzung: Albert Kopp, Halle/Saale
Redaktion: Dr. Leo Mendel, Berlin

INHALTSVERZEICHNIS

Vorwort 5

1. KAPITEL

Wärmeregulationsmechanismus und dessen Beeinflussung durch äußere und innere Faktoren 7

Erhaltung des Wärmegleichgewichts bei verschiedenen Temperaturen 10

Einfluß meteorologischer Faktoren auf den Gesamtorganismus .. 14

Altersbesonderheiten der Wärmeproduktion beim Kinde 16

Altersbesonderheiten der Wärmeabgabe durch Verdampfung 19

Altersbesonderheiten der Wärmeabgabe durch Wärmeleitung und -strahlung 23

2. KAPITEL

Energetisch indifferenter Temperaturbereich bei Säuglingen 24

Untersuchung der Beziehungen zwischen Hauttemperatur, Lufttemperatur und Luftfeuchtigkeit 27

Nomogramm des indifferenten Temperaturbereichs im Säuglingsalter 32

Abhängigkeit des energetisch indifferenten Temperaturbereichs von Bekleidung und Lebensalter 35

Bedeutung der energetisch indifferenten Temperaturen für die Gestaltung der Umwelttemperatur beim Säugling 37

3. KAPITEL

Altersmäßige Anpassung der Wärmeregulation des Säuglings an Kälte und Wärme 39

Wärmeregulation bei Säuglingen während des Schlafes in kalter Luft 39

Thermoregulatorische Reflexe auf lokale Abkühlung bei Säuglingen 49

Thermoregulatorische Reflexe bei Säuglingen auf Wärmereize .. 54

Vorwort

„Als bestimmtes, geschlossenes materielles System", schrieb *Pawlow*, „kann er (der Organismus, *A. B.*) nur so lange existieren, wie er in jedem Augenblick mit allen ihn umgebenden Bedingungen im Gleichgewicht steht. Sobald aber dieses Gleichgewicht ernstlich gestört wird, hört er auf, als ein derartiges einheitliches System zu existieren. Die Reflexe sind die Elemente dieser fortwährenden Anpassung, dieser ununterbrochenen Gleichgewichtseinstellung"[1].

Eine dieser konstanten Bedingungen ist die Außentemperatur. Der Mensch und die höheren Tiere müssen ständig durch entsprechende thermoregulatorische Reflexe das Wärmegleichgewicht bei dauerndem Wechsel der Außentemperatur aufrechterhalten.

Die Temperatureinflüsse auf die Rezeptoren der Haut und der Atmungswege erregen das Zentralnervensystem, das reflektorisch eine Reihe von Organsystemen, wie den endokrinen und Kreislaufapparat, die Atmungs- und Verdauungsorgane sowie die Skelettmuskulatur, in die Wärmeregulation einbezieht.

Der große Einfluß thermoregulatorischer Reflexe auf die Lebenstätigkeit des Organismus ist vom Standpunkt der *Pawlow*schen Physiologie völlig verständlich und gesetzmäßig. „Man darf annehmen", sagte *Pawlow*, „daß sich sämtliche Reflexe in jedem System in ständiger Wechselwirkung untereinander befinden und aufeinander einwirken. Das System ist demzufolge stets etwas Ganzes"[2].

Die Temperatureinflüsse können je nach Art, Stärke, Dauer und Kombinationen auf die Lebenstätigkeit des Organismus sowohl günstig als auch ungünstig sein. Daher ist ein entsprechendes Mikroklima (Wohnung, Kleidung) bei der Körpererziehung des Kindes außerordentlich wichtig.

Trotz der großen Bedeutung dieser Fragen sind die Altersbesonderheiten der Wärmeregulation bei Kindern, die bei Schaffung eines geeigneten Mikroklimas zu berücksichtigen sind, bis heute kaum erforscht.

[1] I. P. Pawlow, Sämtliche Werke, Akademie-Verlag, Berlin 1953, Bd. IV, S. 7
[2] I. P. Pawlow, Mittwochskolloquien, 1949, Bd. I, S. 134

Einer der größten Pädiater, *Speranski,* schrieb: „Bei praktischer Anwendung der Abhärtungsmethoden tasten wir uns vorläufig noch durch, indem wir häufig lediglich empirische Angaben benutzen, die bei weitem nicht vollwertig, sehr lückenhaft und zudem oft falsch sind."

Um diese Lücken möglichst zu schließen, haben wir in der Abteilung für Entwicklung und Erziehung des Kindes am Institut für Pädiatrie der Akademie der Medizinischen Wissenschaften der UdSSR Untersuchungen angestellt zur Schaffung eines mikroklimatischen Regimes für Säuglinge.

So untersuchten wir die altersbedingten Varianten der Wärmeproduktion und Wärmeabgabe, die die Eigenart der kindlichen Wärmeregulation ausmachen. Ferner wurden die Altersbesonderheiten des energetisch indifferenten Temperaturbereichs ermittelt und die thermoregulatorischen Reaktionen auf niedrige und hohe Lufttemperaturen in den einzelnen Altersstufen, d. h. die Art der Anpassung der thermoregulatorischen Reflexe, geprüft. Schließlich galt unser Interesse noch einigen anderen mit den Altersbesonderheiten der Wärmeregulation bei Kindern zusammenhängenden Fragen.

Vorliegende Arbeit verbindet die vorhandenen Literaturangaben mit eigenen Untersuchungen.

Ich hoffe, daß die Studie für alle an Kindereinrichtungen beschäftigten Personen, Ärzte und Pädagogen eine Hilfe sein wird, um das mikroklimatische Regime für Säuglinge zweckentsprechend zu gestalten, und daß diese Broschüre zu weiteren entsprechenden Forschungen anregen wird.

Der Verfasser

1. KAPITEL

Wärmeregulationsmechanismus und dessen Beeinflussung durch äußere und innere Faktoren

Die Aufrechterhaltung einer optimalen Körpertemperatur ist für die Existenz und Entwicklung der Tiere notwendig. Je komplizierter und vollkommener der Organismus ist, um so empfindlicher ist er gegen Schwankungen der Körpertemperatur. Die optimalen Körpertemperaturen steigen im Verlauf der Phylogenese an. So bewegt sich das Temperaturoptimum der Amphibien (Frösche, Kröten) zwischen 18 und 29° und bei den höher organisierten Reptilien zwischen 30 und 40°. Die Körpertemperatur beträgt bei Säugetieren konstant 37—39° und schwankt gewöhnlich nur innerhalb von Zehntelgraden. Tierversuche haben ergeben, daß die Ontogenese den phylogenetischen Entwicklungsweg wiederholt: Die unterste Grenze der Lebensfähigkeit der Möwennestlinge beträgt z. B. 5—6°, während ausgewachsene Möwen eine Abkühlung nur bis 23—24° vertragen. Die Toleranzgrenze neugeborener Wühlmäuse liegt bei 4,6°, bei ausgewachsenen Tieren dagegen bei 13,6°. Neugeborene Warmblüter nähern sich hinsichtlich des Leistungsvermögens ihrer Wärmeregulation, besonders des Vasomotorenapparats, den Poikilothermen.

Der Mensch ist in seiner historischen Entwicklung von den natürlichen Existenzbedingungen abgekommen. Die Erhaltung des Wärmegleichgewichts beim Säugling wird mehr durch Kleidung und Wohnung als durch seine physiologischen Schutzvorrichtungen bestimmt. Deshalb können die Ergebnisse der Tierversuche für die Besonderheiten der Wärmeregulation beim Kind nicht benutzt werden; hierfür sind Spezialuntersuchungen erforderlich.

Vor Durchführung derartiger Untersuchungen muß man sich mit den wichtigsten Gesetzmäßigkeiten der Wärmeregulierung beim Menschen vertraut machen, d. h. mit den Quellen der Wärmebildung, der Art der Wärmeabgabe an die Umgebung und der regulierenden Rolle, die das Zentralnervensystem in den Reaktionen des Organismus auf äußere Temperatureinflüsse spielt.

Eine gleichbleibende Körpertemperatur wird durch fein abgestimmte neurohumorale Beziehungen zwischen Wärmeerzeugung und Wärmeabgabe erzielt, wobei die Wärmeerzeugung von der Intensität der chemischen Stoffwechselprozesse abhängt.

Die Hauptquellen der Wärmeproduktion sind Leber und Skelettmuskeln, in deren Zellen ein verstärkter Stoffwechsel vor sich geht. So kann die Leber die Temperatur des sie durchfließenden Blutes um 2—3° erhöhen (nach vorliegenden Beobachtungen beträgt die Temperatur des Blutes in der Lebervene beim Hund 40,8°, in der unteren Hohlvene nicht über 38,4—39,6° und im rechten Herzen bis 38°). Die in den einzelnen Drüsen, Muskeln und Geweben entstehende Wärme wird durch das Blut über den gesamten Körper verteilt.

Bei Abkühlung kommt es zu komplizierten reflektorischen Maßnahmen des Organismus. Die Stoffwechselprozesse und damit die Wärmeproduktion werden stärker. Das Gegenteil tritt bei Erwärmung des Körpers ein (die sog. chemische Wämeregulierung). Die vom Körper abgegebene Wärmemenge wird durch die sog. physikalische Wärmeregulation bestimmt: Wärmestrahlung, Wärmeleitung und Wasserverdampfung (Schweißabsonderung) von der Körperoberfläche her. Das Blutgefäßsystem ist ein notwendiger Mittler in der gleichmäßigen Verteilung der Wärme über den gesamten Körper und in der Abgabe von Wärmeüberschüssen an die Umgebung.

Die von der Körperoberfläche abgegebene Wärmemenge wird durch die Vasomotoren reguliert, und zwar durch Erweiterung (Vasodilatation) oder Verengerung (Vasokonstriktion) der Hautkapillaren, die die Menge des Blutes und damit der durch das Blut an die Körperoberfläche transportierten Wärme regeln. Bei niedriger Außentemperatur und Fehlen der Muskelarbeit ist ein großer Teil der Hautkapillaren verengt; bei hoher Temperatur der Umgebung erweitern und füllen sich die Kapillaren mit Blut, wodurch die Wärmeabgabe der Körperoberfläche zunimmt. Außerdem ist die Wärmeabgabe um so größer, je mehr Flüssigkeit von der Körperoberfläche verdampft, da beim Transpirieren — Übergang des Wassers aus dem flüssigen in den dampfartigen Zustand — latente Wärme verbraucht wird (je 0,58 Kalorien/1 g).

Etwa 99,5 % des Schweißgewichts sind Wasser, dessen Absonderung durch die Schweißdrüsen ununterbrochen erfolgt.

Bei mittleren Temperaturen geben die Schweißdrüsen verhältnismäßig wenig Wasser ab, so daß es verdampfen kann.

Bei hohen Temperaturen dagegen, wo die Schweißdrüsensekretion zunimmt, kann das Wasser nicht mehr so schnell verdampfen, und auf der Hautoberfläche bilden sich Schweißtropfen.

Die Stärke der Schweißverdampfung hängt von der Schweißverteilung auf der Hautoberfläche ab: Sammelt sich Schweiß tropfenweise, so verdampft er langsamer und kühlt eine geringere Fläche ab; verteilt er sich dagegen gleichmäßig in dünner Schicht über die Hautoberfläche, so verdampft er schneller und kühlt den Körper stärker ab. Zu einer gleichmäßigen Schweißverteilung über die Hautoberfläche trägt eine ausreichende Einfettung der Haut durch die Ausscheidungen der Talgdrüsen bei. Schweiß, der abfließt oder abgetrocknet wird, wirkt nicht kühlend.

Tiere, die keine Schweißdrüsen besitzen, bewerkstelligen die Wärmeabgabe mittels Verdampfung durch Atembeschleunigung (thermoregulatorische Polypnoe).

Die chemische und physikalische Wärmeregulierung geht unter Kontrolle der Hirnrinde vor sich, die die Nervenzentren im Subkortex, Zwischenhirn und Hirnstamm reguliert.

Die Abkühlung irgendeines Körperteils kann über die Hautrezeptoren reflektorisch mannigfaltige Regulierungsvorgänge im gesamten Körper hervorrufen. So schränkt eine durch Kälte eingetretene Verengerung der Hautgefäße einerseits die Wärmeabgabe von der Körperoberfläche ein und bewirkt andererseits eine Anhäufung großer Blutmengen in den inneren Organen und Geweben. Dadurch fließt diesen mehr Nährmaterial zu, wodurch sich die Tätigkeit solcher Organe und Gewebe, wie Leber und Skelettmuskeln, reflektorisch verstärkt; gleichzeitig steigen aber auch Intensität der Oxydationsprozesse und des Stoffwechsels, folglich auch Wärmeerzeugung im Organismus.

Ferner geht bei Abkühlung der Haut eine gewisse Abkühlung des ihr zufließenden Blutes vor sich; das abgekühlte Blut ruft über die Wärmeregulationszentren eine reflektorische Erhöhung der Wärmeproduktion hervor. Die komplizierte Wechselwirkung aller dieser Reflexe steht unter Kontrolle des Zentralnervensystems.

Hierbei spielt die Hirnrinde die führende Rolle. Die von ihr ausgehenden Impulse können willkürlich, neben äußeren Temperatureinflüssen, in einigen Fällen sogar ihnen zuwiderlaufend, Veränderungen der Wärmeproduktion und verschiedene Gefäßreaktionen hervorrufen. So untersuchten z. B. *A. D. Slonim* und *A. G. Ponugajeva* die Höhe der Wärmeproduktion durch Messung des Gaswechsels bei Güterzugschaffnern, die mitunter einer längeren Abkühlung während der Fahrt auf dem offenen Bremsstand ausgesetzt sind. Sie fanden, daß der Gaswechsel auf der Strecke von Leningrad bis Ljuban zunimmt und auf dem Rückweg abnimmt. Der Anstieg ist eine Folge der kortikalen Signale, die die bevorstehende Abkühlung auf der langen Strecke bis Ljuban ankündigen; umgekehrt sorgt auf dem Rückweg die Aussicht, bald in Leningrad in einem warmen Raum zu sein, für ein Abfallen des Gaswechsels.

Gleich hohe Kältegrade in der Stadt steigerten bei diesen Personen die Wärmeproduktion nicht; es stellte sich sogar heraus, daß ein Schaffner, dem unterwegs die Kälte nichts ausmachte, sich nicht einmal 2 Stunden bei Frost im Freien aufhalten konnte.

K. M. Smirnow und *F. W. Spiridonowa*, die die Abhängigkeit der Wärmeerzeugung vom emotionellen Zustand untersuchten, fanden bei Sportlern einen erhöhten Gaswechsel vor dem Start, dagegen eine Abnahme, wenn die Übung abgesagt wurde. Sie stellten ferner fest, daß die Art der kortikalen Reflexe von der Trainingsintensität des Sportlers abhängt.

Nach den Untersuchungen *A. T. Pschoniks* und *A. A. Rogows* können auf vasomotorische und schweißabsondernde *(A. Ju. Junussow)* Reaktionen bedingte Reflexe ausgearbeitet werden. Es wäre sehr wichtig, die bedingt-reflektorische Regulation des Wärmeaustauschs bei Kindern mit Hilfe der Methodik nach *Krasnogorski* und *Kassatkin* zu studieren, da hierüber noch keinerlei Erfahrungen vorliegen.

Die vielseitigen reflektorischen Reaktionen der Wärmeregulation bestimmen die normale Lebenstätigkeit des gesamten Organismus. Ein vorteilhafter Wechsel mittlerer und niedriger Außentemperaturen trainiert die Vasomotoren, festigt den Kreislauf, aktiviert die nervalen Regulationszentren, verstärkt hierdurch die Stoffwechselvorgänge und verbessert die Arbeit der Verdauungsorgane. Mäßige Temperaturen tonisieren das Muskelsystem und erleichtern die Atmung. All das begünstigt Entwicklung und Wachstum. Umgekehrt senken hohe Temperaturen den Stoffwechsel, wodurch sich die Ernährung verschlechtert, sich die vasomotorischen Reaktionen verlangsamen und vermindern sowie Atembeschwerden auftreten. Längere Aufenthalte in der Kälte schwächen den Körper durch erhöhten Energieverbrauch für die Körpererwärmung und haben noch weitere Schädigungen zur Folge, von denen später die Rede sein wird.

Erhaltung des Wärmegleichgewichts bei verschiedenen Temperaturen

Wenn wir untersuchen, weshalb es im menschlichen Organismus zu einem Wärmegleichgewicht bei verschiedenen meteorologischen Bedingungen kommt, müssen wir berücksichtigen, daß der Mensch dieses Gleichgewicht bei niedrigen, aber auch bei hohen Temperaturen nur mit Hilfe der Kleidung und der Wohnung aufrechterhalten kann. Deshalb sind bei Untersuchung der Wärmeregulation des Menschen diese Schutzmittel gegen ungünstige Witterungsfaktoren stets zu berücksichtigen.

Eine leichte „Zimmer"-Kleidung schützt den Menschen gegen Abkühlung nur bis zu 8—6°; unter dieser Temperatur kann ein leicht bekleideter, sich wenig bewegender Mensch nicht mehr im thermischen Gleichgewicht bleiben und braucht längere Zeit, um der Abkühlung durch zusätzliche warme Kleidung vorzubeugen.

Bei niedriger Außentemperatur wird das Wärmegleichgewicht hauptsächlich durch die *chemische* Thermoregulation aufrechterhalten, d. h. durch entsprechende Veränderungen der Wärmeproduktion.

Die Aktivität der hierfür erforderlichen Reaktionen hängt vom Training und von der Anpassung an Abkühlung ab.

Zur Erhöhung der Wärmeproduktion bei Kälte bedarf es eines zusätzlichen Nahrungsverbrauchs unter Zufuhr hochkalorischer Nahrungsmittel. Diese Beziehungen zwischen Wärmeproduktion und Kaloriengehalt dürfen bei Zusammenstellung der Kost je nach Jahreszeit nicht außer acht gelassen werden.

Die physikalische Wärmeregulation durch den Vasomotorenapparat ist bei niedrigen Außentemperaturen für die Erhaltung des Wärmegleichgewichts nur beschränkt bedeutungsvoll. Die Hautkapillaren sind bei Kälte kontrahiert, die Schweißabsonderung sistiert, die Wärmeabgabe von der Körperoberfläche her und die Abgabe von Wasserdampf gehen auf ein Minimum zurück.

Bei einer Außentemperatur von 17—22° ist die Menge der vom Körper (für den Grundumsatz) erzeugten und der abgegebenen Wärme ungefähr gleich. Diese Temperaturzone ist energetisch indifferent. Die Feinregulierung des Wärmegleichgewichts geht in diesem Falle über vasomotorische Reaktionen, indem sich die Hauttemperatur proportional den Änderungen der Außentemperatur ändert.

Liegt aber die Außentemperatur über der energetisch indifferenten Zone, so übersteigt die Wärmeproduktion die Wärmeabgabe. Bei ausreichendem Training der nervalen chemischen Thermoregulation sinkt in diesem Falle die Wärmeerzeugung. Ist der Organismus ungeübt, z. B. bei Anpassung an hohe Sommertemperaturen, oder ist das Zentralnervensystem noch ungenügend entwickelt, geht die Wärmeproduktion unvermindert weiter: Das Wärmegleichgewicht wird gestört, und die Körpertemperatur steigt.

Aber auch bei starker Drosselung der Wärmeerzeugung wirkt sich eine hohe Außentemperatur ungünstig aus: Eine Erniedrigung des Grundumsatzes unter die Norm verschlechtert die Ernährungsvorgänge, die Muskelbewegungen, die die Wärmeproduktion erhöhen, führen zur Überhitzung; kurz gesagt: es kommt zur Erschlaffung und Schwächung des Körpers.

Je höher die Lufttemperatur, um so geringer ist die Wärmeabgabe. Bei einer Außentemperatur über 37° hört die Wärmeabgabe durch Leitung und Strahlung völlig auf; in Kraft bleibt nur die Wärmeabgabe durch Verdampfung des abgesonderten Schweißes, weil sich mit dem Anstieg der Außentemperatur die Feuchtigkeitskapazität der Luft erhöht, und, umgekehrt, je trockener die Luft und je günstiger die Windverhältnisse, um so stärker die Verdampfung. Zum Beispiel entstehen bei 38°, 20% Luftfeuchtigkeit und mäßigem Wind von 3,5 m/sec die gleichen physikalischen Bedingungen für die Wärmeabgabe wie bei 26° und 100% Feuchtigkeit in unbewegter Luft. Bei einer Außentemperatur über 37° und feuchtigkeitsgesättigter Luft hört die Wärmeabgabe durch Verdampfung auf. Damit verliert der Körper die letzte Möglichkeit der Wärmeregulierung; die Innentemperatur steigt unter Umständen bis zum letalen Ausgang. Entsprechend den Veränderungen der physiologischen und physikalischen Bedingungen für den Wärmeaustausch zwischen Organismus und Umgebung variieren je nach den meteorologischen Verhältnissen die Anforderungen an Kleidung und Wohnung.

Bei Kälte erfolgt die Wärmeabgabe hauptsächlich durch Konvektion, d. h. durch den Wärmeverbrauch zur Erwärmung der den Organismus umgebenden Luft; diese hängt nicht nur von der Temperatur, sondern auch von der entsprechenden Luftbewegung (Windstärke) ab. Deshalb muß warme Kleidung auch windschützend sein, diese Eigenschaft wiederum beruht auf der Dichte des Gewebes. Straffes Gewebe leitet besser als lockeres; deshalb wird warme Kleidung gewöhnlich zweischichtig gemacht: die äußere dichte Schicht aus Tuch oder Leder, die innere wattiert oder aus Pelz. Die wärmende Wirkung der lockeren Schicht entsteht durch die geringe Wärmeleitfähigkeit der sich in ihr bildenden Luftschicht. Sehr wesentlich für die Wärme der Kleidung ist ihre Trockenheit.

Feuchte Gewebe werden zwar dichter — was ihre Wärmeleitfähigkeit erhöht —, tragen aber auf Kosten der Wasserverdampfung zur Abkühlung bei, weshalb die Oberkleidung hinreichend hygroskopisch und durchlässig für Wasserdampf sein muß. Wachstuch, Gummi, Kunststoff und ähnliches unporöses Material sind für die Herstellung warmer Kleidung nicht zu verwenden, da die inneren Schichten schweißfeucht werden. Das gleiche gilt auch für Gummischuhe. Die „Kälte" der Gummischuhe wird noch dadurch verstärkt, daß bei Berührung der feuchten Sohle mit dem kalten Straßenpflaster oder auch der Erde zu verstärkter Wärmeabgabe durch Konvektion auch noch die durch Wärmeleitung hinzukommt.

Bei großer Wärme behindert Gummi die Abkühlung durch Verdampfung, was zu einer lokalen Überhitzung führt.

Im Zusammenhang mit der Wärmeleitung sei noch einiges über die räumliche Umgebung gesagt, insbesondere über die Beschaffenheit des Fußbodens des Wohnraums. Die Wärmeleitung des Fußbodens hängt von dem Material ab, aus dem er hergestellt ist. Kachel- und Zementfußböden z. B., die eine große Wärmeleitfähigkeit besitzen (Wärmeleitungskoeffizient von Beton 0,7—1,2, von Holz 0,12—0,17), sind infolge ihrer „Kälte" für Wohnräume, besonders für Kinderzimmer, ungeeignet; noch größer ist die Wärmeleitfähigkeit von Stein (Wärmeleitungskoeffizient von Granit 2,7—3,5). Nicht verputzte Zementwände kühlen infolge der großen Wärmeleitfähigkeit gleichfalls stark ab, so daß sie vom hygienischen Standpunkt aus betrachtet für Wohnräume ungeeignet sind. Ein poröser Putz von geringerer Wärmeleitfähigkeit macht die Wände wärmer.

In warmer Luft hat die Wärmeabgabe durch Verdampfung und Konvektion für die Erhaltung des Wärmegleichgewichts wesentliche Bedeutung; daher muß die Kleidung für diesen Temperaturbereich leicht und luftig sein.

In heißer Luft, in der der Wind die Erwärmung durch Konvektion verstärkt und die Sonnenstrahlen den Körper stark erhitzen, muß die Kleidung für Sonnenstrahlen undurchlässig sein. Jedoch muß man berücksichtigen, daß mit Behinderung der Hautatmung unter der Kleidung auch die Abkühlung durch Schweißverdampfung eingeschränkt wird. Deshalb darf Kleidung, die vor Hitze schützen soll, nicht eng am Körper anliegen.

Die starke Wärmewirkung der direkten Sonnenstrahlung rührt daher, daß die kurzwelligen Ultraviolettstrahlen des Spektrums imstande sind, 1—2 mm unter die Haut zu dringen und damit unmittelbar auf das Unterhautgewebe zu wirken. Damit wird die Erwärmung des Körpers erheblich verstärkt.

Kinder sind besonders stark sonnenempfindlich, da trotz annähernd gleicher Strahlenabsorption wie beim Erwachsenen die bestrahlte Oberfläche im Vergleich zur Körpermasse groß ist. Man muß daher das Kind vor der Einwirkung direkter Sonnenstrahlen schützen. Für den Sonnenschutz hat nicht nur die Dichte, sondern auch die Farbe des Gewebes Bedeutung: Weißes Gewebe reflektiert die Strahlen vollständiger, schützt also besser vor Sonne als schwarzes Gewebe, das die Strahlen absorbiert.

Aber nicht nur der unmittelbare Strahlenschutz durch Kleidung, sondern auch die Fähigkeit der Umgebung, die Sonnenstrahlen zu absorbieren, verdienen Beachtung; z. B. wird mit frischem Gras bedeckte Erde viel weniger die Strahlenenergie reflektieren als blanke Erde, Sand oder Asphaltpflaster. Grünflächen absorbieren die Wärme der