小児における発汗量および汗電解質 (Na, Cl, K) 値について

第1編 新生児における発汗量の経日的推移について

松岡 和彦

日本医科大学小児科学教室 (指導: 村上勝美教授)

緒言

新生児における出生後の発汗機能の発達については、いまだ十分明らかではない。この時期における発汗の寡少ないしは欠如について、その理由として、発汗機能の未熟性があげられるが、その機能に關与する汗腺、分泌神経経路および発汗中枢、ことに後二者の発達については、いまだ不明な点が多い。

従来の新生児における発汗に関する研究は、その多くは、温熱性発汗についてのものであり、これらは汗腺そのものの機能および反射弓を含む神経部分の能力をみているものである。この方法による最近の研究によれば、成熟児では、一般に信じられている^{1,2)}より早期に、すなわち生後第1日においてすでに自然発汗をなすという証明³⁻⁵⁾がえられている。

他方、未熟児では、温熱性発汗を欠き⁶⁾、その状態は、しばしば生後3週間にもわたるとされている⁷⁾。

一方、新生児における非温熱性発汗、たとえば局所性薬物刺激性発汗の検査には、発汗を促す神経インパルスに影響されことなく、汗腺そのものの分泌機能を検することができるという意義がある。このような局所刺激の検査の理論および手技は、Rothman および Coon⁸⁾、Wada⁹⁾ および Sonnenschein⁹⁾らにより開発されたものであり、以後この発汗剤の皮内注射により新生児期の発汗機能をみたものとしては、epinephrine hydrochloride^{10,11)}、acetylcholine chloride¹⁰⁻¹³⁾、および bethanechol^{14,15)} による直接的効果、nicotine^{10,11)} による axon reflex を介しての効果、および neostigmine methylsulfate¹²⁾ のコリンエステラーゼ抑制作用に対する反応としての発汗をみたものなどがあり、さらに pilocarpine の皮内注射¹²⁾、あるいは iontophoresis¹⁶⁾ によるものがあるが、いずれの

方法によっても、成熟児では生後1日から8日の間に発汗をきたしているのに対して、在胎37週未満の低出生体重児では発汗を欠いている¹⁰⁻¹²⁾。

著者は、以上の種々の発汗刺激方法のうち、現今欧米において、腺嚢胞性線維症の診断のための sweat test としてももっとも広く普及、多用されている pilocarpine-iontophoretic 法¹⁷⁾を選んだ。その理由は、(1)既報の本法による教室の平山¹⁸⁾、宇野¹⁹⁾の健康小児、成人の汗採取量と比較検討できること、(2)新生児・乳児においても、温熱発汗刺激、ことに plastic bag 法において、時にみられるがごとき熱性ショック²⁰⁾の危険がないこと、(3)注射による方法のような痛みがないこと、(4)簡便で、しかも迅速・連続的に検査できるという利点に注目したからである。

以下、成熟新生児および低出生体重新生児における発汗開始日令およびlongitudinalな発汗量の変動について観察し、若干の興味ある知見をえたので報告する。

対象および方法

(1) 対象

発熱、その他の症状や異常所見がなく、正常の發育

図1 対象 (在胎週数別、生下時体重別分布)

MATSUOKA, KAZUHIKO

を示した成熟児 20 例、および低出生体重児 8 例の計 28 例の新生児を対象とした。

これらの対象を、Yerushalmy²¹⁾(1968)の生下時体重と在胎期間の両者にもとづく子宮内発育の程度を示唆する chart に入れると、図 1 のごとく、

〔1〕の区域に入るものは 1 例、〔2〕の区域に入るものは 2 例、〔3〕の区域に入るものは 5 例、〔4〕の区域に入るものはなく、〔5〕の区域に入るものは 20 例であった。

なお、分娩様式は、骨盤位であった 1 例を除き、すべて正常位であった。

検査時期は、哺乳後 1 時間以上経過した時点を選び、成熟児では、生後第 1 日より生後 6 日まで、低出生体重児においては、生後第 1 日より最短 8 日、最長 30 日まで、それぞれ経日的に延べ 195 回検した。なお、低出生体重児においては、うち 1 例の最終検査日を除き、すべて保育器内にて保育中のものであった。

(2) 方法

発汗刺激および汗採取の方法は、Gibson および Cooke¹⁷⁾による pilocarpine-iontophoretic 法の原法に準じた。すなわち、銅板陽極電極 (1.2 cm × 3.2 cm) に、それよりやや大きい (1.7 cm × 3.7 cm) 0.1% 塩酸ピロカルピンを十分含ませた濾紙をおき、一方ガーゼで覆った銅板電極には、0.07% 重炭酸ソーダを十分に浸みこませ、ついで陽極を前膊屈側に、陰極を前膊伸側にあて、両電極を心電計のバンドで皮膚に密着固定した。このさいとくにピロカルピンを飽和した濾紙が、陽極板を完全に覆うように、また陽極と皮膚との接触抵抗が大きくならないように十分注意した。ついで、これを電源につなぎ、電流を徐じょに、通常 3 mA まであげ、5 分間通電して発汗刺激を行なった。

Iontophoresis 終了後は電極を取り、陽極をあてていた前膊屈側皮膚面を蒸留水でよく清拭し、乾燥後、直ちに同部に秤量ずみの、発汗刺激時に陽極においたと同じ大きさの濾紙 (Toyo, No. 7) を密着させ、サランラップで覆い、蒸散しないように絆創膏で完全に密封し、30 分間濾紙にて汗を採取した。

ついで、汗を吸い取った濾紙を、直ちに秤量ずみのフラスコに入れ、直視天秤にて重量を測定し、前・後の重量差をもって汗採取量 (mg) とした。

なお、経日的反覆検査には、左右の前膊を交互に用いた。

同時に測定した気温、気湿および汗採取部位の皮膚温は、表 1 のごとくであった。なお、低出生体重児では、前記のごとく、そのほとんどが保育器内にて保育中のものであり、気温、気湿および皮膚温も、保育器内でのそれであった。なお、皮膚温の測定には、精密電気温度計 (日本計測機製) を使用した。

成績

成熟児における各症例の汗採取量の経日的推移を一

表 1 環境条件と皮膚温

室内温度	(22.5°C~27.5°C)
湿度	(42%~80%)
保育器内温度	(28°C~32°C)
湿度	(62%~92%)
皮膚温 (前膊)	
成熟児	(31°C~35.5°C)
低出生体重児	(31.4°C~35.4°C)
汗刺激法	
pilocarpine iontophoresis method	
電極 1.2 cm × 3.2 cm	
0.5 mA~3 mA, 5 min	

表 2 Iontophoresis と汗採取量

氏名	性別	在胎週数	生下時体重 (g)	生後日数	気温 (°C)	気湿 (%)	皮膚温 (°C)	iontophoresis		汗採取量 (mg)
								mA	分	
[黒塗り]	♀	40	3060	1	25	68	34.8	2	5	2
				2	25	54	33.6	3	5	11
				3	25	58	32.6	2	5	19
				4	23.5	71	33.0	3	5	7.5
				5	25	68	33.4	3	5	30
				6	25	68	33.6	3	5	28
[黒塗り]	♂	40	3580	1	25	54	33.0	3	5	3
				2	25	58	33.0	3	5	5
				3	23.5	71	32.3	3	5	12.5
				4	25	68	32.5	3	5	30
				5	24	80	32.4	3	5	31
				6	24	46	31.4	3	5	44

	♀	40	3300	1	25	68	34.8	3	5	3
				2	24	80	31.5	3	5	3
				3	24	46	33.5	3	5	6
				4	25	54	32.8	3	5	10
				5	25	60	34.5	3	5	11
				6	22.5	60	34.0	3	5	12
	♂	40	3580	1	25	68	34.8	3	5	8.5
				2	24	80	31.4	3	5	7
				3	24	46	33.4	2.5	5	10
				4	25	54	32.8	3	5	37
				5	25	60	34.0	3	5	22
				6	22.5	60	32.0	2	5	24
	♀	40	3320	1	25	68	32.4	1	5	1
				2	24	80	33.2	0.5	5	1
				3	26	46	33.8	2	5	25
				4	27.5	55	34.0	1.5	5	20
				5	26	68	34.7	1.5	5	23
				6	25	54	33.0	0.5	5	21
	♀	40	3560	1	26	46	35.0	2	5	1
				2	27	47	35.4	2	5	13
				3	27	42	34.6	3	5	1.5
				4	26	45	33.5	2	5	5
				5	27.5	54	34.0	3	5	5
				6	25	68	34.6	3	5	14
	♀	40	3000	1	25	68	33.2	3	5	1
				2	24	80	31.8	3	5	38
				3	24	46	33.0	3	5	12.5
				4	25	54	33.0	3	5	10
				5	25	60	32.0	3	5	22
				6	22.5	60	33.5	3	5	44
	♀	39	3200	1	25	68	34.6	2	5	21
				2	25	54	34.0	2	5	14
				3	25	58	33.2	0.5	5	4
				4	22.5	71	32.0	1	5	5
				5	25	68	32.4	1	5	11
				6	25	46	34.0	1	5	18
	♂	39	2940	1	25	68	31.0	2.5	5	3.5
				2	24	80	32.0	3	5	10.5
				3	24	46	32.4	1	5	5
				4	25	54	33.2	2.5	5	23
				5	25	60	34.0	1	5	3
				6	25	58	35.2	1.5	5	7
	♂	40	3280	1	27	47	34.6	0.5	5	2.5
				2	27	42	34.3	0.5	5	2
				3	26	45	33.0	1	5	2
				4	27.5	54	35.5	1	5	3
				5	25	68	33.5	2	5	15
				6	25	54	34.0	2	5	14
	♂	40	3200	1	27	47	34.4	2	5	3
				2	27	42	34.6	2	5	0
				3	26	45	34.0	0.5	5	0

			4	27.5	54	35.2	1	5	1
			5	25	68	35.0	1	5	25
			6	25	54	32.4	2	5	24
♂	40	3380	1	26	46	35.0	2	5	9.5
			2	27	47	34.6	2	5	2
			3	27	42	34.2	3	5	1
			4	26	45	33.0	2	5	1
			5	27.5	54	35.2	3	5	10
			6	25	68	34.3	3	5	16
♂	40	3710	1	27.5	54	33.8	1	5	12
			2	25	68	34.0	1	5	1
			3	25	54	33.4	0.5	5	2
			4	25	58	31.7	2	5	6
			5	22.5	71	33.0	1.5	5	4
			6	25	68	35.0	3	5	11.5
♂	40	3750	1	27	44	35.4	2	5	25
			2	27	42	34.0	0.5	5	0
			3	24	46	32.5	2	5	1
			4	25	54	32.6	1	5	1.5
			5	25	60	33.5	3	5	9
			6	22.5	60	32.5	1.5	5	17
♀	39	2920	1	25	58	34.0	2	5	2
			2	23.5	71	31.6	2	5	1
			3	25	68	34.0	1.5	5	4.5
			4	24	80	30.2	1	5	1
			5	24	46	33.8	1.5	5	12
			6	25	54	34.2	2.5	5	11
♂	39	3210	1	25	68	34.4	1.5	5	1
			2	25	54	33.8	2	5	2
			3	25	58	31.0	2	5	1
			4	23.5	71	32.5	0.5	5	1
			5	25	68	32.2	1.5	5	10
			6	25	54	34.2	2	5	18
♀	39	2960	1	26	45	32.4	2	5	1
			2	27.5	54	35.4	1	5	2
			3	25	68	35.0	2	5	3
			4	25	54	34.0	2	5	2.5
			5	25	58	33.4	2	5	5
			6	23.5	71	34.4	2	5	11
♂	40	3040	1	27	42	34.0	0.5	5	2
			2	26	45	33.2	0.5	5	1
			3	27.5	54	35.0	1	5	1
			4	25	68	34.8	0.5	5	2
			5	25	54	32.2	0.5	5	6
			6	22.5	60	32.6	2.5	5	9
♀	38	3000	1	27	42	31.6	2	5	18
			2	26	45	34.4	0.5	5	12
			3	27.5	54	35.2	2.5	5	25
			4	25	68	34.0	1.5	5	4
			5	25	54	34.4	0.5	5	15
			6	25	58	34.2	3	5	21

♂	40	3040	1	26.5	45	34.6	2	5	1
			2	27.5	54	34.6	3	5	32
			3	25	68	31.8	3	5	46
			4	25	54	33.0	3	5	35
			5	25	58	32.5	3	5	32
			6	23.5	71	34.5	3	5	25

図 2 成熟児 (I型)

図 3 成熟児 (I型の日齢別平均汗採取量)

図 4 成熟児 (II型)

図 5 成熟児 (III型)

括表示すると、表 2 のごとくである。

これらの変動のパターンをその相似性によって、4 型に分類してみると、汗採取量は一般に生後第 1 日より漸増傾向を示しながら、とくに生後 4 日から 5 日目において急増する型 (I 型) が 11 例 (55%) でもっとも多く (図 2)、これを生後日齢別の平均汗採取量の推移でみると図 3 のごとくなる。

つぎに図 4 のごとく生後 2, 3 日ないし 4 日目に一旦減量し、以後増量する、いわゆる盆状型 (II 型) を示すものが 5 例 (25%)、図 5 のごとくじぐざぐな型 (III 型) を示すものが 3 例 (15%)、図 6 のごとく経目的に増量し、その後減量する、いわゆる山型 (IV 型) のものが 1 例であった。

これら成熟児 20 例についての生後日齢別の平均汗

図 6 成熟児 (IV型)

図 7 成熟児の日齢別平均汗採取量

採取量およびその標準偏差値の推移を一括図示すると、図7のごとく、生後第1日から4日目までは徐々に増量し、以後急増していた。

つぎに低出生体重児における経日的推移では、図8のごとく、区域〔1〕に属する出生時体重 1440 g、在胎週数 28 週の1例は、日齢 30 日の体重が 1880 g になるまでしか追跡していないが、この時期に至っても、採取量はなお増加せず、明らかに他の症例に比べて採取量は劣っていた。

区域〔2〕に属する2例のうち1例は、在胎週数 34 週 3 日、生下時体重 2050 g であるが、最終検査日の生後 18 日 (体重 1910 g) に至るも、いまだ増量が認められなかった。一方在胎週数 36 週、生下時体重 2340 g であった他の1例は、生後 18 日 (体重 2560 g) で採取量の増量が認められた。

区域〔3〕に属する5例では、在胎週数の多いものよ

図 8 低出生体重児における経日的汗採取量
左 () 内の数字は Yerushalmy の区域数

図 9 皮膚温と汗採取量

り、生下時体重が大きい程汗採取量の増加を示す時期が早い傾向がみられた。

いずれにしても、在胎週数と生下時体重の両者による Yerushalmy の子宮内発育の程度を示唆する区域と、汗採取量の増加を示す時期の遅早との間には、かなり密接な相関がみられた。

しかも、低出生体重児では、体重 2500 g に近づくと、あるいはそれを越えた時点で、汗採取量は急増していた (図 8)。

汗採取量と皮膚温との間には、相関は図 9 に示すように、 $r=+0.18$ で有意の相関はみられなかった。なお、皮膚温の平均値は、成熟児で $33.5 \pm 1.1^\circ\text{C}$ 、低出生体重児で $33.9 \pm 0.79^\circ\text{C}$ であり、両者の間には、推計学的に有意差が認められなかった。

考案

汗腺には、アポクリン腺とエクリン腺とがある。ヒトのエクリン腺は、発生学的には胎生 28 週以後には十分発達しており、出生後に新しい汗腺が形成されるということはない。そして機能的に働いている能動汗腺 active sweat gland と、通常は汗を分泌しない非活動性汗腺 inactive sweat gland²²⁾ との割合、いい換えれば、前者の数は、生後 2 年半まで増加し続け、以後は比較的に一定する。すなわち、種々の発汗刺激に対する反応の強弱は、形態的なものでなく、機能的な差によるとされている^{23,24)}。

汗腺は、視床下部の発汗中枢の支配を受け、さらに高位の中枢からも支配されている²³⁾。汗腺が交感神経支配下にあることは、古くから知られており、また副交感神経刺激にも反応することがわかっているが、その神経支配の詳細な機序については、いまだ十分解明されていない。

発汗反応の機序としては、発汗中枢である自律神経中枢を通しての反射的なものと、汗腺に対する直接的刺激によるものとが考えられている。

もし前者、すなわち反射インパルスを経してのものがあれば、プロカインあるいはアトロピンによってブロックされ発汗は減少あるいは消失し²⁵⁻²⁸⁾、さらに反対側に冷刺激を加えることによって、局所的な温熱刺激に対する発汗反応の抑制がみられる²⁷⁾。

一方、後者、すなわち汗腺に対する直接的効果は、冷却環境下の反射インパルスが減少した条件下でのみ検しうる²⁷⁾。さらに交感神経遮断にもかかわらず発汗が持続することは、汗腺そのものが刺激されていることを肯定するものである²⁹⁾。

新生児期における発汗の寡少あるいは欠如の機序としては、発汗中枢である自律神経中枢の未発達および汗腺自体の機能的未発達性によることが考えられている。

著者の成熟児における pilocarpine-iontophoretic 法による局所発汗刺激でえられた局所汗採取量の経日の推移では、生後第 1,2 日は汗採取量が非常に少なかったが、Ⅱ,Ⅲ,Ⅳ 型では、生後第 1 日、あるいは第 2

日で、かなりの量の汗を採取しえた。しかして、全体の傾向からすれば、生後第 3,4,5 日目に、汗採取量は急増していた。

Green ら^{10,11)}は、nicotin 皮内注射により、生後第 1 日目にすでに汗滴の出現をみており、また Hardy ら¹⁴⁾は Bethanechol-chloride の皮内注射により、生後 2 時間で 61 mg、3 時間で 224 mg の汗を採取した症例を報告している。

著者のこの pilocarpine-iontophoresis 法による研究で、新生児の汗採取量が、多少の個体差はあったが、従来報告されている自然あるいは温熱刺激による発汗量に比し、より早期に増加することを認めえたことは、新生児期にみられる自然発汗の寡少ない欠如は、汗腺そのものの機能的未発達によるものではなく、発汗中枢である自律神経中枢の未熟性によるものであるとも解しえよう。冷却環境下、交感神経遮断による発汗の面からさらに検討する余地がある。

一方、低出生体重児における発汗反応は Yerushalmy の在胎週数と生下時体重とによる新生児の未熟度（あるいは成熟度）を示唆する程度と、ほぼ平行関係にあり、しかも体重が 2,500 g に近づくか、あるいはこれを越える時点で発汗が急増していたことは、非常に興味ある点であった。

いずれにしても、低出生体重児においては、成熟児と同様に発汗中枢の未熟性に加うるに、汗腺そのものの機能的未熟性も関与すると思われるが、主体は、発汗中枢の未発達にあると思われる。

なお、本研究では、保育器内で保育中の低出生体重児と、通常室内で保育した成熟児との間には、環境温度の上では差が認められたが、皮膚温ではほとんど差が認められなかった。この環境温度の差が、両群における汗採取量の差を生ずるのではないかとの疑問があるが、汗腺の活性は、一般には体温よりもむしろ局所の皮膚温により影響されることが知られており、この程度の環境温度は、汗産生に重大な影響はないと思われるので問題とはならないであろう。したがって、新生児期においては、成熟児、低出生体重児という因子のほうが、皮膚温その他の因子よりもむしろ強く影響していることが考えられる。

結論

発熱、その他の症状や異常所見がなく正常な発育を示した成熟児 20 例、および低出生体重児 8 例の計 28 例の新生児について pilocarpine-iontophoretic 法に

よる発汗刺激でえられた汗採取量の経目的推移を検し、以下のごとき成績をえた。

1) 成熟児 20 例の本法 30 分間による汗採取量は、生後第 1 日 6.1 ± 4.5 mg, 第 2 日 7.9 ± 6.2 mg, 第 3 日 9.1 ± 8.4 mg, 第 4 日 10.3 ± 9.5 mg, 第 5 日 15.1 ± 9.0 mg, 第 6 日 20.0 ± 9.9 mg であった。

すなわち、本法では自然ないし温熱刺激による発汗量に比し、成熟新生児では生後第 1 日目にすでにかなりの例にある程度の発汗を認め、4 日まで漸増、ついで 5~6 日目に急増することを認めた。

2) 低出生体重児における汗採取量は、成熟児におけるそれに比して少なく、その増加を示す時期もかなり遅れ、その時期は、Yerushalmy の子宮内発育の程度とほぼ平行するものであったが、体重が 2500 g に近づくか、あるいはそれを越える時期に、汗採取量は急増した。

出生直後においてみられる自然発汗の寡少あるいは欠如は、汗腺自体の機能的未発達によるよりも、発汗中枢の未熟性によるものであろうと考えられる。ただし、高度低出生体重児においては、汗腺そのものの機能的未発達の関与がうかがわれた。

3) 皮膚温、気温、気湿と汗採取量との間には、相関は認められなかった。

稿を終るに当たり、ご指導を賜った平山恒夫助教授に深謝致します。

また、ご協力くださった国立東郷病院産婦人科医長鈴木昭夫博士、島田方義博士、同小児科医長杉谷正東博士、井深敬治博士に感謝致します。

なお、本論文の要旨は、第 23 回小児自律神経研究会（昭和 47 年 7 月）、および第 41 回日本医科大学医学会総会（昭和 48 年 11 月）において発表した。

文献

- Uchino, S.: Sweating of newborn infants. *San-fujinka Kiyō*, **22**, 238, 1939.
- Kuno, Y.: The physiology of human perspiration. 1934, Kuno, Y.: Human perspiration. Chas. C. Thomas, Springfield, Illinois, 1956.
- Brueck, K.: Temperature regulation in the newborn infant. *Biol. Neonate.*, **3**, 65, 1961.
- 小林収, 小田良彦, 齊藤雅子: 特に成熟および未熟新生児の発汗開始時期と発汗量、汗電解質の変動。第 95 回新潟地方会, 1972.
- Crowell, D.H.: Galvanic skin reflex in newborn humans. *Science*, **148**, 1108, 1965.
- Day, R.: Respiratory metabolism in infancy and childhood: XXVII. Regulation of body temperature of premature infants. *Am. J. Dis. Child.*, **65**, 376, 1943.
- Rothman, S., and Coon, J.M.: Axon reflex responses to acetylcholine in the skin. *J. Invest. Dermatol.*, **3**, 79, 1940.
- Wada, W.: Sudorific action of adrenalin on the human sweat glands and determination of their excitability. *Science*, **111**, 376, 1950.
- Sonnenschein, R.R., Kodin, H., and Janowitz, H.D.: Stimulation and inhibition of human sweat glands by interdermal sympathicomimetic agents. *J. Appl. Physiol.*, **3**, 573, 1951.
- Green, M., and Behrendt, H.: Sweating capacity of neonates; Nicotine-induced axon reflex sweating and the histamine flare. *Am. J. Dis. Child.*, **118**, 299, 1969.
- Green, M., and Behrendt, H.: Drug-induced localized sweating in full-size and low-birth-weight neonates. *Am. J. Dis. Child.*, **117**, 299, 1969.
- Green, M., and Behrendt, H.: Drug-induced localized sweating in neonates, Responses to exogenous and endogenous acetylcholine. *Am. J. Dis. Child.*, **120**, 434, 1970.
- Foster, K.G., Hey, E.N., and Katz, G.: The response of the sweat glands of the newborn body to thermal stimuli and to intradermal acetylcholine. *J. Physiol.*, **203**, 13, 1969.
- Hardy, J.D., Davison, S.H., Higgins, M.U., and Polycarpou, P.N.: Sweating test in the newborn period. *Arch. Dis. Child.*, **48**, 316, 1973.
- Mauer, A.M., and West, C.D.: A simple method for collection and analysis of sweat for chloride. *Am. J. Dis. Child.*, **92**, 160, 1956.
- Eliam, E., Schwachman, H., and Hendren, W.H.: Interstitial obstruction of the newborn infants. Usefulness of the sweat electrolyte test in differential diagnosis. *New Engl. J. Med.*, **264**, 13, 1961.
- Gibson, L.E., and Cooke, R.E.: A test for concentration of electrolytes in sweat in cystic fibrosis of the pancreas utilizing pilocarpine by iontophoresis. *Pediatr.*, **23**, 545, 1959.
- Hirayama, T., Uno, K., and Shirota, H.: Studies of sweat electrolytes in Japanese children. *Acta Pediatr. Jap.*, **6**, 10, 1964.
- 宇野嘉一郎: 小児における汗電解質に関する研究, 第 1 編, 汗電解質 (Na, Cl, K) の正常値について。日医大誌, **32**, 66, 1965.
- Misch, K.A., and Holdren, H.M.: Sweat test for the diagnosis of fibrocystic disease of the pancreas. *Arch. Dis. Child.*, **33**, 179, 1958.
- Yerushalmy, J.: The low birth weight body. *Hosp. Prac.*, **3**, 62, 1968. 12) より引用
- 緒方維弘: 人体汗腺の官能別ならびに汗量の部位的差違とその原因。満医学誌, **25**, 1343, 1936.
- 問田直幹, 内園耕二編集: 新生理学, p. 619, 医学書院, 1971.
- Montagna, W.: Histologic, histochemical and pharmacological properties, in eccrine sweat gland and eccrine sweating. *Adv., Biol.*, **3**, 7, 1962. 11) より引用

- 25) Randall, W.C. : Local sweat gland activity due to direct effects of radiant heat. *Am. J. Physiol.*, **150**, 365, 1947.
- 26) Janowitz, H.D., and Grossman, M.I. : The response of sweat gland to some locally acting agents in human subjects. *J. Invest. Dermatol.*, **14**, 453, 1950.
- 27) Issekutz, B., Hetengi, G., and Diosy, A. : Contributions to the physiology of sweat secretion. *Arch. Int. Pharmacodyn. Ther.*, **83**, 133, 1950.
- 28) Benjamin, F.B. : Sweating response to local heat application. *J. Appl. Physiol.*, **5**, 594, 1953.
- 29) McLaughlin, M.D., and Sonnenschein, R.R. : Response of human sweat glands to local heating. *J. Invest. Dermatol.*, **41**, 27, 1963.
- 30) Van Beaumont, W., and Bullard, R.W. : Sweating; Direct influence of temperature. *Science*, **147**, 1465, 1965.

(受付 : 1974 年 1 月 22 日)