

# ツビニ鉤虫 *Ancylostoma duodenale* 及びアメリカ鉤虫 *Necator americanus* の感染経路に関する研究\*

— 人体感染実験による成績 —

吉田幸雄 中西靖郎 三谷和合

京都府立医科大学医動物学教室 (主任 小林晴治郎講師)

(昭和33年8月7日受領)

特別掲載

鉤虫の感染経路に関しては内外に多くの報告がありその歴史的考察は横川・森下共著「人体寄生虫学」第二篇にくわしく述べられているが、鉤虫の経口経皮両感染経路に関する古い報告に於てはツビニ、アメリカいずれの種についてあるか判然としないものが多く、現在の知見では鉤虫の感染経路を論ずるにあたりこれらは参考に供する程度に止めざるを得ない。又鉤虫感染経路の究明に関し動物実験の成績を多く見るが宿主固有性の濃い本課題に際し非固有宿主に於ける成績を以ては決定的な結論を得難い。即ちツビニ鉤虫 (以下 *A.d.* と略す) は経口・経皮いずれの経路で人体に侵入した際成虫に迄發育し得るか、及びアメリカ鉤虫 (以下 *N.a.* と略す) は経口・経皮いずれの経路で人体に侵入した際成虫に迄發育し得るかの問題を解明するにはやはり固有宿主である人体を用い感染実験を行わねば明確になし難い。

現在迄に *A.d.* 及び *N.a.* 兩種鉤虫を区別して考察し之を人体に感染せしめて感染経路の問題を論じた主要な文献を按ずると、先ず *A.d.* に関し、Leichtenstern(1886), Grassi (1887), Pieri (1902) (以上横川・森下著書による)、大場 (1929)、上田 (1943)、川嶋 (1957) らは *A.d.* 仔虫を経口的に人体に与え成虫に迄發育する事を認めたと。一方 Looss(1911)、南崎(1928)、Kendrick (1934)、

梁(1937) らは *A.d.* 仔虫を経皮的に人体に侵入せしめ感染が成立する事を認めた。*N.a.* に関しては Austregesilo, De Menezes (1903-4), Claude A. Smith (1904) (以上横川・森下著書による)、南崎 (1928)、河西 (1932) らは経皮感染の成立する事を認めたが、経口感染については大場 (1929) は感染が成立した事を報じたが Kendrick (1934) は成立しなかつた事を報告した。横川定並びにその一門 (1925~1952) は本課題について精細な研究を行い、*A.d.* は主として経口、*N.a.* は主として経皮を以て感染するものであらうと結論したがすべて動物実験からの推論であり人体に於ける結果は不明である。山下 (1956) は4例の人体に *A.d.* 及び *N.a.* の経口並びに経皮感染を行い、*A.d.* は経口感染が主道であり、*N.a.* は経口感染が成立しなかつた事を報告しているが、少数例で精細は不明であると述べている。又最近千葉大学公衆衛生学教室に於て同様の感染実験が行われているが精細な点は不明である。

以上の如く現在迄の知見によれば *A.d.*、*N.a.* 兩種鉤虫は各々経口・経皮いずれの経路により侵入しても成虫に迄發育しうると云う結果であるが、実験者の多くが経口感染のみ或は経皮感染のみを実施し、各鉤虫種の同じ感染源を人体に経口・経皮両道で侵入せしめ、成虫数を比較して感染主道を論じたものは少い。

一方大平洋戦争後我国に於て鉤虫の疫学的調査が広く且精細に行われ、現在兩種鉤虫の分布と濃度のほゞ全貌が知られ、且その感染経路についても疫学面より考察がなされている。その論点は主として鉤虫の年齢別寄生率であり、農村の如何なる集団を検査しても鉤虫寄生率は

YUKIO YOSHIDA, YASUO NAKANISHI & WAGO MITANI: Experimental studies on the infection modes of *Ancylostoma duodenale* and *Necator americanus* to the definitive host (Department of Medical Zoology, Kyoto Prefectural University of Medicine)

\* 本研究は昭和31年度文部省科学研究費助成研究補助金に依り行つた。

幼少児に低く、年齢の増加と共に増す傾向にあり、之は *A.d.* の優占分布地域でも観察される。牟田口 (1955—1958) は成人に寄生率が高いのは農耕作業に関係があるとの前提の下に *A.d.* も経皮感染が主道であると主張し、水野 (1956) も同様疫学面より考察し *A.d.* の経皮感染主道を重視している。又佐々ら (1958) は *A.d.*, *N.a.* 兩種鉤虫の感染経路には本質的な差はないと推論している。一方小宮ら (1956) は我国の多数の研究者のデータをまとめ、年少者と成人との鉤虫寄生率の比率が *A.d.* 優占地区と *N.a.* 優占地区とで異つた値を示す事を指摘し、兩種の感染経路には差があるのではないかと推論した。又楠 (1950), 永吉 (1954) らは宮崎県に於て多数の駆出虫体を分類し、*N.a.* が圧倒的に多いのは感染容易な経皮感染を主とするからであり、*A.d.* が少ないのは感染困難な経口感染を主とするからであると述べ、又 *N.a.* が女性に多いのは皮膚が柔い為経皮感染し易いのではないとも考え、又都市には *A.d.* が多く、農村には *N.a.* が多い事は前者は経口、後者は経皮を主道として感染する事を示すと述べている。

以上の如く *A.d.*, *N.a.* 兩種鉤虫の感染経路に関しては実験的にも疫学的にも諸説のある所で、我々は更に基礎的な人体感染実験が必要であると考え昭和31年11月から約1ケ年半に亘る間に19名の男女青年に依頼して以下の感染実験を行った。

材料並びに方法

1. 被検者

鉤虫を実験的に感染せしめた被検者は京都市内に下宿生活或は寮生活を営む学生 (男子11名, 女子8名) で実験開始前いずれも鉤虫卵陰性者のみである。各被検者の精細については各項目下で述べる。

2. 感染源

京都市近郊農村に於て検出した鉤虫保有者或は実験的に感染せしめた人の糞便を濾紙培養或は土壤中培養を行つて得た被囊仔虫を感染源とした。仔虫は培養開始後種々なる日数のものを用い、又活潑に運動しているもののみを使用した。仔虫の培養日数、被検者への配分法及び感染方法等は各項目下に精述する。

3. 糞便検査並びに駆虫

鉤虫仔虫感染後は努めて頻回検便を行つた。その方法は毎回塗抹、浮游、培養の三法を併用し、又虫卵陽転後は四塩化エチレン 5.4g (後下剤として硫苦25g 併用) による駆虫を行い、48時間以内の排虫を濾便により採集

検査した。然る後2週間後に後検便を行い、かくして虫卵が陰転する迄駆虫と採虫を反復し総寄生虫数を確かめた。

4. 症状並びに治療

*A.d.*, *N.a.* 兩種鉤虫仔虫投与による各例の臨床症状、血液所見、特に若菜病の発症状況とその治療については精細に検討し別に報告する予定であり、今回は若菜病及び皮膚炎 (カブレ) 発現の有無と観察期間中における好酸球の最高値を表示するに止めた。

5. 観察期間

鉤虫仔虫感染後短い群で約4ヶ月、長い群で約1ケ年の間観察を続けた。

成績

第1群. *A.d.*, 経口感染群 (第1表, 第2表参照)

感染源並びに感染方法: 第1例から第5例迄5名の人体に *A.d.* 被囊仔虫を水と共に嚥下せしめ、後直ちに口腔を洗滌する目的で数回水を急激に嚥下せしめた。その感染源は第1表に示す如くA~E迄の5例の糞便内卵より培養したもので、その配分は同表の如く、被検者は少

Table 1. Distribution of infective larvae to Group I (*A. duodenale*, oral infection) and Group II-a (*A. duodenale*, cutaneous infection). Infective larvae were obtained by filter paper cultivation of feces of hookworm carrier A-E.

Source of infective larvae	Group I Oral infection (period of cultivation)	Group II-a Cutaneous infection (period of cultivation)
A	Case I, 1st infection (7 days)	Case VI, 1st infection (10 days)
	Case I, 2nd infection (9 days)	
B	Case IV, 1st infection (10 days)	Case VII, 1st infection (10 days)
C		Case VI, 2nd infection (14 days)
D	Case III, 1st infection (25 days)	Case VII, 2nd infection (25 days)
	Case V, 1st infection (25 days)	
		Case VIII, 1st infection (31 days)
		Case IX, 1st infection (31 days)
	Case II, 1st infection (43 days)	
E	Case V, 2nd infection (43 days)	
	Case II, 2nd infection (10 days)	





4. 本実験群の駆虫(各例, 四塩化エチレン, 5.4g, 硫苦25g使用)は野外に於て我々が経験した駆虫に比較して頻回反復を要した。感染後比較的短時日内の青壮年期に該当する鉤成虫は駆虫され難いのではないかと考える。

第II群. A.d. 経皮感染群

第II-a群(第1表, 第3表参照)

感染源並びに感染方法: この第II-a群は前述の経口感染群と平行して実験を行つたもので感染源の配分は第1表に示した如く少くとも1回は経口感染に用いた感染源を使用している。経皮感染の方法は一定数の仔虫を少量の水滴と共に両腕前膊内面の皮膚上に置き, 約1時間を要して水が全く乾燥する様にした。乾燥後は更に水滴を置き該部を剃刀で丁寧に剃り検鏡して残存仔虫数を正確に数え眞の侵入数を算出記録した。

被検者: 第VI, VII例は男子, 第VIII, IX例は女子である。全例共現在迄鉤虫に感染した既応歴なく, 実験開始前も又鉤虫卵陰性であつた。

第VI例. 東○嗣, 23歳, 男子

昭和31年11月21日, 既述の方法により A.d. 被嚢仔虫80隻を経皮接触せしめ, 29隻が侵入し, 後該部に中等度の皮膚炎を生じた。次で同年12月8日, 更に65隻接触せしめ21隻が侵入した, 即ち2回の接触により計50隻が侵入したと考えられる。其の後表示の如く172日間に亘り頻回の検便を行つたが虫卵陽転せず, 187日目に駆虫を

Table 4. Distribution of infective larvae to Group II-b and Group II-c (A. duodenals, cutaneous] infection). Infective larvae used in Group II-b were obtained by filter paper cultivation of feces of hookworm carrier F-I, but in Group II-c were obtained by cultivation of feces D, E in farm mud

	Source of infective larvae	Cutaneous infection (period of cultivation)
Group II-b	F	Case X, 1st infection (7 days)
		Case XI, " ( " )
		Case XII, " ( " )
		Case X, 2nd infection (14 days)
		Case XI, " ( " )
		Case XII, " ( " )
Group II-b	G	Case X, 3rd infection (7 days)
		Case XI, " ( " )
		Case XII, " ( " )
Group II-b	H	Case X, 4th infection (15 days)
		Case XI, " ( " )
		Case XII, " ( " )
Group II-c	I	Case X, 5th infection (13 days)
		Case XI, " ( " )
		Case XII, " ( " )
Group II-c	D	Case XIII, 1st infection (22 days)
		Case XIV, " (23 days)
		Case XIV, 2nd infection (29 days)

Notes: Infective larvae used in Group II-b were obtained by filter paper cultivation of feces of hookworm carrier F-I but in Group II-c were obtained by cultivation of feces D, E in farm mud

Table 5. Ancylostoma duodenale, cutaneous infection (Group II-b)

Case Sex, Age	Number of infected larvae	Results of feces examination, treatment and evacuated worms (Numbers of upper line show days after the 1st infection)										Symptoms Derma- bad cough titis etc.	Eosino- phile %	Worms removed Number %										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10													
X ♀, 19	1st-5 th infection total, 151	F, 14	22	36	43	48	54	64	74	81	96	110	118	126	139	147	165	193	216	232	++	15	0	
		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	T.	—	0	0
		F, 14	22	36	43	48	54	59	69	74	82	92	103	113	139	155	158	193	216	219	—	8	0	
		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	T.	—	0	0
		F, 14	22	38	43	48	54	60	67	74	83	97	103	117	126	155	193	217	219	+	26	0		
		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	T.	—	0	0
		XI ♀, 19	1st-5 th infected total, 147	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	0
		—		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	0
		XII ♀, 19	1st-5 th infection total, 131	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	0
		—		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	0

Notes: F. Results of feces examination before infection, T. Treatment

実施したが全く排虫は認められなかった。

第VII例. 井○圭○, 23歳, 男子

昭和31年12月3日, 既述の方法により *A.d.* 被囊仔虫 154 隻を経皮接触せしめ内92隻が侵入し, 次で同年12月21日更に 180隻接触せしめて 106隻が侵入した。即ち計 198 隻が侵入したものと推定される。本例は皮膚炎を生じなかった。其の後表示の如く頻回検便を行ったが虫卵陽転せず, 175日目の駆虫によつても全く排虫は認められなかった。

第VIII例. 北○恭○, 21歳, 女子

昭和31年12月27日及び昭和32年1月22日の2回既述の方法で *A.d.* 仔虫を経皮接触せしめ, 侵入数は各回 126 隻, 78隻計 204隻であった。本例も仔虫侵入部位に軽度の皮膚炎を生じたが其の後の検便の結果, 虫卵は陽転せず且初感染後 158日目に駆虫を行ったが排虫は全く認められなかった。

第IX例. 稲○啓○, 20歳, 女子

昭和31年12月27日及び昭和32年1月24日の2回, 既述の方法により *A.d.* 仔虫を経皮接触せしめた。侵入仔虫数は各回107,96隻計 203隻であった。本例は仔虫侵入部位にかなり強度の皮膚炎を発生し特に第1回感染時に強かつた, 又本例は中等度の若菜病症状をも併発した。検便は初感染後 139日目迄続けたが虫卵陽転せず, 158日目に駆虫を行ったが全く排虫を認めなかった。

第II-b群(第4表, 第5表参照)

感染源並びに感染方法: 既述の第I群(*A.d.* 経口感染)及び第II-a群(*A.d.* 経皮感染)から得た成績は, *A.d.* は同じ感染源を用いても経口感染に比し経皮感染の際は成虫に迄發育し難い事が考えられたので更に之の点を追究した。本群には色々異つた感染源から得た *A.d.*

仔虫を頻回皮膚に接触せしめる事により感染が成立するか否かを観察した, 即ち3名の女子を選び(第I例~III例), 第4表に示す如くF~Iなる4例の感染源から得た仔虫を各例共毎回50隻づゝ両腕前膊内面に接触せしめ, 之を1週間をきに5回反復した。

被検者: 3名共女子で既述第II, III, V, VIII, IX例と同じ寮で共同生活を営む。全例共現在迄鉤虫に感染した既応歴なく, 実験開始前の検便で鉤虫卵を認めない。

第X例. 森○令○, 19歳, 女子

昭和32年5月10日, 18日, 25日, 6月1日, 8日に各50隻づゝの *A.d.* 被囊仔虫を両腕前膊内面に経皮接触せしめた。侵入数は各回43, 21, 34, 31, 22隻計 151隻であった。本例は第4回感染時に仔虫侵入局所に皮膚炎を発生した。第5表に示す如く初感染後 216日間に亘り頻回検便を行ったが鉤虫卵陽転せず, 232日目に駆虫を行ったが全く排虫をみなかった。

第XI例. 中○芳○, 19歳, 女子

本例の感染月日及び接触仔虫数は第X例と全く同一である。皮膚侵入仔虫数は各回27, 45, 39, 21, 15隻, 計 147隻であった。表示の如く初感染後 216日間の検便成績は陰性をつゞけ, 219日目に駆虫を実施したが排虫を認めなかった。

第XII例. 斉○倭○, 19歳, 女子

感染月日及び接触仔虫数共に第X, XI例と全く同一である。皮膚侵入仔虫数は各回30, 48, 23, 12, 18隻, 計 131隻であった。本例は第2回感染後, 仔虫侵入部位に皮膚炎を生じた。検便は初感染後 217日目迄頻回反復したが鉤虫卵は出現せず, 219日目に駆虫を行ったが本例も全く排虫をみなかった。

Table 6. *Ancylostoma duodenale*, cutaneous infection (Group II-c)

Case Sex, Age	Number of infected larvae	Results of feces examination, treatment and evacuated worms (Numbers of upper line show days after the 1st infection)	Symptoms		Eosino- phile %	Worms removed Number %
			Derma- titis	Bad cough etc.		
XIII ♂, 24	1st infection, 68	F. 19 25 41 47 54 92 95 102 109 116 136 T. 0	+	-	5	0
XIV ♂, 23	1st infection, 24; 2nd infec- tion, 9	F. 14 25 38 55 118 129 136 T. 0	+	-	6	0

Notes: F. Results of feces examination before infection. T. Treatment.

第II-c群, (第4表, 第6表参照)

感染源並びに感染方法: 既述の結果から A.d. は経皮感染時極めて成虫に迄發育し難い事が考えられたが併し使用した A.d. 仔虫はすべて糞便の濾紙培養から得たものである。我々は仔虫の条件を更に自然の状態に近づける為、木群には畑土壤中で培養した A.d. 仔虫を使用する事にした。即ち約 300 gの畑土壌を予め数回ペールマン装置にかけ、自由生活線虫を出来るだけ多数除去したのが土壌内の種々の要素を考え加熱する事はさしひかえた。この土壌を大型シャーレに入れ、そこへ第II例(A.d. 経口感染成立者)の糞便を泥状にしたものを注加し、28°Cで培養を行い、23日後及び29日後にこの土壌からペールマン装置で鉤仔虫を分離し、自由生活線虫と厳密に鑑別して実験に供した。経皮感染の方法は、第II-a, 第II-b群と全く同一である。

被検者: 2名の男子(第XIII例, 第XIV例)で現在迄鉤虫に感染せる既応なく、又実験開始前も鉤虫卵陰性であった。

第XIII例. 鷲○広○, 24歳, 男子

昭和32年10月18日, 上記の方法で得た A.d. 被囊仔虫 90隻を前膊内面に接触せしめ、残留仔虫22隻を得て68隻が侵入したものと考えられた。当日より侵入局所に皮膚炎を發し仔虫の侵入を裏付けたが其の後検便結果は第6表に示す如く感染後 116日目迄鉤虫卵陽転せず、136日目に駆虫を行つたが全く排虫を認めなかつた。

第XIV例. 羽○靖○, 23歳, 男子

昭和32年10月19日に上述の方法で得た A.d. 被囊仔虫 122隻を前膊内面に接触せしめ24隻が侵入し、更に10月24日, 31隻を接触せしめ9隻が侵入したものと考えられた。第1回感染後に中等度の皮膚炎が發現したが検便結果は表示の如く初感染後 129日目迄陰性で、136日目に駆虫を行つたが本例も排虫がみられなかつた。

小 括

1. 経口感染に用いたのと同じ感染源から得た A.d. 被囊仔虫を4例の人体に経皮侵入せしめた所3例に皮膚炎を生じ、仔虫の皮内侵入を裏付けたが其の後158~187日間の観察の結果、全例共鉤虫卵陽転せず又駆虫によつても排虫を認めなかつた。

2. 次で3例の人体に A.d. 仔虫を毎回50隻づゝ5回反復経皮接触せしめた所、2例に皮膚炎を生じたが、其の後219~232日間の観察の結果全例共鉤虫卵陽転せず、又駆虫によつても排虫を認めなかつた。

3. 更に A.d. 卵を畑土壤中で培養して得た被囊仔虫

を2例の人体に経皮接触せしめた所、両例共皮膚炎を生じたが感染後136日間観察の結果、虫卵陽転せず又駆虫によつても排虫を認めなかつた。

4. 以上の結果は A.d. 仔虫が人体皮膚に接触する時皮膚内に侵入する事はほぼ確實であるが、その後成虫に迄發育し難い様である。

第III群, N.a. 経口感染群(第7表, 第8表参照)

既述の如く14名の人体を用い A.d. の感染経路に関する実験を行つたが、我々はこれと比較の為 N.a. について同様の感染実験を行つた。本項に於ては2例(第XV, 第XVI例)に就て経口感染の成績を述べる。

感染源並びに感染方法: 感染源はJなる N.a. 寄生者から得た雌成虫を培養して得たもので、同じ感染源からの仔虫を後述の経皮感染にも用いた。その配分並びに培養期間等は第7表に示す通りである。感染方法は一定数の仔虫をゲラチンカプセルに入れ一気に嚥下せしめた。

被検者: 男子2名で両例共現在迄鉤虫に感染した既応無く、実験開始前の検査でも鉤虫卵陰性であった。

Table 7. Distribution of infective larvae to Group III (N. americanus, oral infection) & Group IV (N. americanus, cutaneous infection). Infective larvae were cultured from eggs in uterus of female worms of N. americanus.

Source of infective larvae	Group III Oral infection (period of cultivation)	Group IV Cutaneous infection (period of cultivation)
J	Case XV, 1st infection (8 days)	
	Case XVI, 1st infection (9 days)	
		Case XVII, 1st infection (8 days)
		Case XVIII, 1st infection (8 days)
		Case XIX, 1st infection (9 days)
	Case XV, 2nd infection (22 days)	
	Case XVI, 2nd infection (24 days)	
		Case XVII, 2nd infection (22 days)
		Case XVIII, 2nd infection (25 days)
	Case XIX, 2nd infection (23 days)	

第XV例. 藤○榮○, 22歳, 男子

昭和32年5月9日, N.a. 被囊仔虫 102隻を、更に同年5月22日, 99隻(計201隻)を嚥下せしめた。其の後何等臨床症状なく経過した。検便成績は第8表に示す如く初感染後244日目迄頻回実施したが虫卵陽転せず、259日目の駆虫によつても排虫は認められなかつた。

第XVI例. 中○公○, 23歳, 男子

昭和32年5月9日, N.a. 被囊仔虫 146隻を、更に5



月22日88隻(計 234隻)を既述の方法で嚥下せしめた。前例と同様何等臨床症状なく検便成績は表示の如く虫卵陽転せず、初感染後 263日目に駆虫を行つたが全く排虫はみられなかつた。

#### 第Ⅳ群, *N.a.* 経皮感染群(第7表, 第9表参照)

感染源並びに感染方法: 第Ⅲ群に用いたのと同じ感染源から得た *N.a.* 被嚥仔虫を3名の人体に経皮侵入せしめた。仔虫の配分及び培養期間は第7表に示す通りである。又感染方法は第Ⅱ群(*A.d.* 経皮感染)の場合と全く同じである。

被検者: 3名の男子で全例共現在迄鉤虫に感染した既歴史なく、実験開始前の検査に於て鉤虫卵陰性であつた。

#### 第XVII例. 大○正○, 22歳, 男子

昭和32年5月9日, *N.a.* 仔虫 102隻を両腕前膊内面に接触せしめその内71隻が侵入した。其の後短時間内に侵入局所に皮膚炎を發したが数日後には消褪した。次で同年5月22日更に 111隻を接触せしめ81隻侵入したが今回は侵入部位にかなり強い皮膚炎を發し18日を要して治癒した。本例は初感染後94日目に初めて虫卵が陽転したが卵数少く、時に検出されない事もあつた。又培養法で仔虫が出現せず不受精卵を思惟せたが果して初感染後 334日目の駆虫により *N.a.* 雌成虫1隻を検出した。感染成就率は0.66%と低率であつた。

#### 第XVIII例. 小○道○, 22歳, 男子

昭和32年5月9日, *N.a.* 仔虫 152隻を接触せしめ 105隻が侵入し、更に同年5月25日 102隻を接触せしめ51隻が侵入した(計 156隻)。初感染後に中等度の皮膚炎を生じたが約2週間て消褪した。検便成績は表示の如く225日間陰性であつたが、244日目の駆虫により *N.a.* 雄成虫1隻の排虫をみた。感染成就率は0.64%である。

#### 第XIX例. 佐○有○, 24歳, 男子

昭和32年5月9日, *N.a.* 仔虫50隻を接触せしめ残存仔虫なく50隻共侵入したのと考えられ、次で同年5月22日, 22隻接触せしめ8隻が侵入し、更に5月24日, 73隻接触せしめ30隻が侵入したのと考えられた(計 88隻)。本例は感染後皮膚炎を發せず、又第9表に示す如く鉤虫卵陽転せず、初感染後 259日目に実施した駆虫によつても排虫を認めなかつた。本例は *N.a.* 経皮感染が不成功に終つたものと考えられる。

#### 小 括

同じ感染源から得た *N.a.* 被嚥仔虫を2例の人体に経口、3例の人体に経皮侵入せしめた所、経口感染群では

成虫を生ぜず、経皮感染群では2例に成虫を生じた。この事は *N.a.* が経皮的に侵入した際感染が成立し易い事を示すものと考えられる。

#### 考 察

*A.d.* の感染経路に就ては Leichtenstern により経口路である事が証明され Looss も之を認めたが其の後 Looss の経皮路の証明が行われて以来経口路が輕視されたと横川ら(1925~1952)は主張し多数の動物実験を行い、*A.d.* 及び犬鉤虫は経口・経皮共に感染可能であるが経口が常道であり、*N.a.* は経皮が常道であると主張した。併し乍らその *A.d.* に関する実験はすべて非固有宿主たる動物を用いたもので勿論成虫に迄發育したものはなく、主として体内移行の問題に論点が置かれている。又犬に犬鉤虫を経口、経皮両路で与へ経口の場合の方が成虫数の多い実験成績はあるが *A.d.* の人体に於ける結果は明らかでない。大場(1929)は7例の人体に *A.d.* 仔虫を経口投与し、いずれも虫卵が陽転し駆虫を行っている、又1例に *A.d.* の経皮感染を行っているが感染が成立したか否かは明記されていない。上田(1943)は5例の人体に *A.d.* 仔虫を経口投与し全例に感染が成立した事を認めた。又川嶋(1957)も3例の鉤虫卵陰性者に *A.d.* 仔虫を経口投与し全例に感染が成立した事を認めている。以上により *A.d.* 仔虫が経口的に侵入した場合感染が成立し成虫を生ずる事は最早や疑うべくもないが、いずれも経口感染のみを行い経皮感染と比較した成績ではない。又駆虫についても虫卵が陰転する迄駆虫を反復した確証にとぼしく感染成就率に関しては明らかでない。我々はこれらの諸点を明らかにする為実験を行い5例の人体に *A.d.* 仔虫を経口投与し全例に感染が成立する事を認め、且虫卵が陰転する迄駆虫を反復し、経口感染時における感染成就率を觀察し、合わせて経皮感染群と比較検討した。

*A.d.* の経皮感染に関しては Looss 以来かなりの觀察があるが南崎(1928)は自然の畑で自体に感染実験を行い *A.d.*、*N.a.* 両種が感染した事を報じ、Kendrick(1934)はインドに於て20名の囚人に *A.d.* 仔虫の経皮感染を行い全例に虫卵を認めた。又梁(1937)は3名の人体に *A.d.* 仔虫を経皮感染せしめ全例に成虫を生じその感染成就率各35%、26.6%、26.5%を示した。又山下(1956)は4名の人体を用い、*A.d.*、*N.a.* 両種を経口、経皮両道で侵入せしめ、*N.a.* は経口感染せず、*A.d.* は両道あるも経口が主道の様に思われるが数例では充分な事が云え

ないと結論している。我々は以上の業績を参考にしつつ、先ず経口感染が成立したと同じ感染源から得た *A.d.* 仔虫を 4 例の人体に経皮侵入せしめ、次で各種感染源より得た *A.d.* 仔虫を 3 例に各々 5 回宛反復経皮侵入せしめ、更に 2 例に土壤中で培養した仔虫を経皮侵入せしめ計 9 例に 26 回の経皮侵入を試みたがいずれも感染が成立しなかつた。併し乍らこれら 9 例中 7 例には仔虫侵入部位に特有の皮膚炎を發し *A.d.* 仔虫が皮膚内に侵入する事はほぼ確実であろうと考える。かつて Pieri (1902) が Looss の *A.d.* 経皮感染実験に対し、之は単に仔虫が皮膚穿入の可能なるを教うるのみにて、未だ同虫の皮膚感染を教うるものに非ずと反論したのを想起する。併し乍ら我々は今回我々の得た実験結果から *A.d.* の経皮感染を全く否定する事は出来ないと考える、自然界にはまだまだ多くの不明の要因が存在するであろうからである。併し *A.d.* は経口感染に比較して経皮感染ははるかに成立し難いものであると考える。

次に *N.a.* の固有宿主たる人体への感染経路に関しては南崎 (1928) が自体で経皮感染の成立した事を報告し、河西 (1932) は 3 名に経皮感染が成立しその感染成就率は 8.4~9.7% である事を示した。*N.a.* の経口感染については大場 (1929) は 4 名に仔虫を経口投与し検便或は培養で感染の成立している事を報告したが Kendrick (1934) は 5 例の *N.a.* 人体経口感染の結果感染が成立しなかつた事を報告し、又山下 (1956) は *N.a.* を 1 名に経口、他の 1 名に経皮侵入せしめた所前者には成虫を生ぜず、後者に成虫を生じた事を報告した。我々も *A.d.* と比較の為 *N.a.* についても経口・経皮両路で仔虫を投与した所、経皮感染に於ては 3 例中 2 例に成虫を生じ、経口感染に於ては 2 例中 2 例共成虫を生じなかつた。我々は *N.a.* は殆ど経口感染は成立せず専ら経皮感染のみ成立するものと考ええる。

### 結 語

我々は *A.d.*, *N.a.* 兩種鉤虫仔虫が各々経口、経皮いずれの経路で固有宿主たる人体に侵入した時感染が成立し、成虫を生ずるかにつき 19 名の男女青年に依頼し昭和 31 年 10 月から昭和 33 年 4 月に亘る期間に人体感染実験を行った。その結果 *A.d.* 仔虫が経口的に侵入した際は容易に感染が成立し高率に成虫に迄發育するに反し、皮膚に *A.d.* 仔虫が接触した場合は仔虫は皮膚内に侵入はするが成虫に迄發育するものがなかつた。我々はこれらの結果より *A.d.* の経皮感染を全く否定するものではない

が経口感染に比較しはるかに成虫に迄發育し難いものであると考える。そして自然界に於ける感染路も経口路が主道であろうと推定する。

一方 *N.a.* に関する結果は従来の知見にほぼ一致し経皮感染が主道であると考ええる。

擱筆に当り御指導、御校閲を頂いた小林晴治郎先生に深謝する。又鉤虫の感染を快よく許し長期間の観察に協力された 19 名の被検者の方々に心から感謝する。

又本論文の要旨は昭和 32 年 4 月第 26 回日本寄生虫学会総会、昭和 32 年 11 月同学会第 13 回西日本大会及び昭和 33 年 5 月第 27 回同学会総会に於て発表した。

### 参 考 文 献

- 1) Kendrick, J. F. (1934) : The length of life and the rate of loss of the hookworms, *Ancylostoma duodenale* and *Necator americanus*. Amer. Jour. Trop. Med., 14(5), 363-379. —2) 河西澄 (1932) : 鉤虫殊に *Necator americanus* の経膈的人体感染時に於ける血液像の変化に関する実験的研究, 台湾医会誌, 31(8), 944-964; 台湾医会誌, 31(9), 1016-1032. —3) 蒲池勇三 (1943) : アメリカ鉤虫の仔犬における実験的経口感染, 熱帯医学, 1(5・6), 483-494. —4) 蒲池勇三 (1943) : アメリカ鉤虫の白鼠に於ける実験的経皮感染, 熱帯医学, 1(3・4), 379-388. —5) 蒲池勇三 (1943) : アメリカ鉤虫の経皮感染, 熱帯医学, 1(3・4), 422-432. —6) 楠正知 (1950) : 鉤虫主要感染経路の臨床的考察(会), 日本寄生虫学会第 3 回九州部会抄録, 14-15. —7) 小宮義孝・鈴木了司 (1956) : 幼少年層鉤虫感染率に対する青壮年層のその比率の存在様式について, アメリカ鉤虫優占地区とツビ=鉤虫優占地区の比率の相違. 寄生虫誌, 5(3), 338-341. —8) Looss A. (1911) : The anatomy and life history of *Agchylostoma duodenale* DUB. A Monograph Part II. The development in the free state. Records of the Egyptian Government, School of Medicine, Vol. IV. —9) 南崎雄七 (1928) : 自然界に於ける十二指腸虫感染経路に関する研究(III) 野外に於ける十二指腸虫感染試験, 慶応医学, 8(9), 1535-1572. —10) 牟田口利率 (1955-1958) : 鉤虫感染経路の疫学的研究. 第 1 報-第 15 報, 医学と生物学, 37(3)-47(3). —11) 水野哲夫 (1956) : 鉤虫の感染経路に関する研究, その推測的考察に就て. 北関東医誌, 6(3), 235-244. —12) 永吉康祐 (1954) : 自然感染の鉤虫多数寄生例の考察, 特に感染経路の問題と鉤虫寄生数及び限界寄生数について, 衛生動物, 4(小林祝記特別号), 101-113. —13) 大場辰之允 (1929) : 十二指腸虫の人体寄生例における血液像の変化, 台湾医会誌, 287, 91-120; 288, 291-320. —14) 梁率 (1937) : 十二指腸虫病貧血に関する研究, 第 1 篇 実験的十二指腸虫病に於ける血液像, 満洲医誌, 27(3)

269-278. —15) 佐々学・昭屋寛善・池宮喜春・国吉真英・城間盛吉・金城進(1958): 沖繩農村の寄生虫罹患状況について, 日本医師会誌, 39(9), 600-604. —16) 田宮貞仁(1936): 十二指腸虫の感染経路, 東京女医学会誌, 6(2), 157-174. —17) 山下正文(1956) 人体実験による感染経路に就いて(会), 日本寄生虫学会第9回南日本支部講演抄録, 28-30. —18) 横川定・大磯友明(1925): 十二指腸及びストロロイデス, ステルコラリスの發育史に関する研究(第一報告), 東京医誌, 2418, 971-977. —19) 横川定・大磯友明(1925): 同上, (第二報告), 東京医誌, 2425, 1336-1340. —20) 横川定・大磯友明(1925): 同上, (第三報告), 東京医誌, 2436, 2022-2028. —21) 横川定・大磯友明(1926): 同上, (第四報告), 東京医誌 2456, 327-337. —22) 横川定(1927): 十二指腸虫の経膈的並経口的感染に関する比較実験成績, 日本之医界, 17(32), 5-6. —23) 横川定・蒲池勇三(1942): アメリカ鉤虫の感染経路に関する実験的研究, 附鉤虫類の感染経路に関する考察, 病理学誌, 1(5), 595-603. —24) 横川定(1952): 鉤虫の種類とその感染経路について, 東京医誌, 69(8), 439-440. —25) 横川定・森下薫(1933): 人体寄生虫学, 第2編, 吐鳳堂

### Summary

The problem of infection modes of *A. duodenale* and *N. americanus* has been studied by many workers as Leichtenstern (1886), Grassi (1887), Pieri (1902), Looss (1911), Ooba (1927), Minamizaki (1928), Kawanishi (1932), Kendrick (1934), Ueda (1943), Yokogawa (1925-1952), Yamashita (1956), Kawashima (1957) etc., but only a few comparative studies on the suitable infection routes of both species of hookworm to the human body have been reported. The authors desired to make clear these problems and attempted to transmit infestation to the nineteen volunteers who were hookworm negative. Larvae of *A. duodenale* were used in fourteen cases and those of *N. americanus* in five cases orally or cutaneously. The results were as follows.

1) *A. duodenale*, oral infection (See Table 1 and 2). Five volunteers (Group I, Case No. I-V) were administered orally with 100, 27, 57, 152 and 101 ancylostome larvae respectively. In all cases, eosinophilia and laryngo-pulmonary symptoms occurred and hookworm ova first appeared in their stools 43-162 days after the first infection. And the numbers of adult worms recovered from them by the treatment were 45, 20, 17, 40 and 22 respectively.

2) *A. duodenale*, cutaneous infection (See Table 1, 3, 4, 5, and 6). Nine volunteers were used for this experiment. Four cases of them (Group II-a, Case No. VI-IX) were infected cutaneously with 50, 194, 204 and 203 larvae which were obtained from the same sources as used in Group I and cultured by means of filter paper method. In other three cases of them (Group II-b, Case No. X-XII), the cutaneous infection were repeated five times. The larvae were also obtained by egg cultivation using filter paper method. The total numbers of larvae penetrated through the skin were 151, 147 and 131 respectively. The other two cases of them (Group II-c, Case No. XIII-XIV) were infected through the skin with 68 and 33 larvae which were obtained by egg cultivation in farm mud instead of filter paper cultivation.

In these cases of cutaneous infections of ancylostome larvae, it was no doubt that these larvae penetrated through the skin, judging from the fact that almost of volunteers suffered from miliar papel dermatitis of the skin exposed to the larvae. But it was revealed no evidence that any of these larvae ever reached maturity by repeated feces examinations and by the treatment carried out finally.

*N. americanus*, oral infection (See Table 7 and 8). two volunteers (Group III, Case No. XV-XVI) were orally administered with 201 and 234 necator larvae in gelatine capsule.

Afterward, they did not show any sign of clinical symptoms. Repeated feces examination revealed no evidence that any of these larvae ever reached maturity.

4) *N. americanus*, cutaneous infection (See Table 7 and 9). Three volunteers (Group IV, Case No. XVII-XIX) were infected with 81, 156 and 88 necator larvae through the skin. Two cases of them suffered from miliar papel dermatitis and eosinophilia, and thereafter they evacuated adult worms of *N. americanus* by treatment.

These results shown above prove that the *A. duodenale* can easily reach maturity when its larvae invaded by oral route, but it is difficult to reach maturity when its larvae invaded by cutaneous route to the definitive host. On the other hand, it is considered that *N. americanus* infects mainly by cutaneous route to the definitive host.