

OT感作血球の免疫学的研究

第 12 報

OT感作血球免疫における細網内皮系の意義

第 1 篇 細網内皮系に加えた種々の前処置の抗体産生に対する影響

金沢大学結核研究所細菌免疫部（主任：柿下正道教授）

宝 達 秀 哉

（受付：昭和34年3月4日）

緒 言

1955年当教室の西東ら¹⁾がウサギに OT 感作自家血球を注射することにより容易に抗 OT 血清の得られることを報告して以来、この OT 感作血球免疫に関して多くの研究が行われたが、²⁾³⁾⁴⁾⁵⁾ 結核菌免疫と対比して注目されるのは抗血清の産生にもかかわらず皮膚反応および腸管反応等の認められないことで、OT 感作血球免疫と結核菌免疫との間には明らかな差のあることが確認されるに至った。そこでこのきわめて特徴のある OT 感作血球免疫が更に結核菌免疫

と異なる点があるかいなかについて各方面から攻究の歩を進めつつある現況で、高橋⁶⁾は OT 感作血球免疫動物の既往性反応について、恒元⁷⁾は OT 感作血球免疫動物の感染防禦能について検討を加えている。このような意図のもとに私もまた OT 感作血球免疫に関してその抗体産生に及ぼす細網内皮系の墨汁填塞、摘脾、レ線照射および近年医学的分野に盛んに応用されている Radioisotope の中の Cr⁵¹ の内部照射の影響を観察した。以下はその成績の概要である。

実験材料および実験方法

1. 実験動物：体重 2.5 kg 内外の健常ウサギを使用した。
2. OT：ヒト型結核菌 H₃₇Rv 株の Sauton 培地 8 週培養ろ液より型のごとく調製し、0.5%に Phenol を加えて保存されたものを使用した。
3. Cr⁵¹：Japan Radioisotope Association より供給された Na₂ Cr⁵¹ O₄ を用いた。
4. OT 感作血球：西東ら¹⁾の方法に準じて調製した。
5. Cr⁵¹標識*血球の調製方法：西東ら⁸⁾の報告に準拠し、1 ml の ACD 液中に全血 5 ml を採り 50±10μc の Cr⁵¹を加え、37°C の温浴中に、時々振とうしながら 30分 間置いた後生食水で 3回 洗浄して Cr⁵¹ 標識血球を得た。
6. Cr⁵¹ 標識 OT 感作血球：Cr⁵¹標識血球を型のごとく OT で感作して作製した。
7. 免疫原およびその注射：本実験の免疫原として用いた血球の種類は次のごとくである。
ウサギに注射する際にはこれらの血球の遠心洗浄した沈殿を 10%の割合に生食水に浮遊し、そのうち 5 ml あてを 3 日おきに 5 回耳静脈より注射した。各回の注射前および 5 回注射後 4 日目に耳静脈より採血、血清を分離し、抗体価測定に供した。

* 本実験においては tracer として用いるのではないから標識という言葉は不適當であるが、適当な言葉がみつからないからそのまま用いることとした。

Cr ⁵¹ 標識の有無	OT感作の有無	血球の種類	本文略号
-	+	ウサギ (自家血球)	OT-ウ血球
+			Cr ⁵¹ -OT-ウ血球
-	-	ヒ血球	ヒ血球
+			Cr ⁵¹ -ヒ血球
-	+	ヒツジ	OT-ヒ血球
+			Cr ⁵¹ -OT-ヒ血球

8. 抗体価測定：OT感作ウサギ血球凝集反応および同溶血反応は西東らの報告りに従つて実施した。ヒツジ血球溶血反応もOT感作血球溶血反応に準じて行つた。

9. 実験群の組み分け：前処置の有無およびその種類による区分は次表に示した通りである。

1) 墨汁注射群：市販開明墨汁を10%に生食水に懸濁し、ろ過、100°C 1時間滅菌後10mlあて連日7日間耳静脈より注射し、その翌日よりOT-ウ血球で免疫を開始した。

実験群の組み分け

前 処 置	免 疫 方 法	
	免疫に用いた血球 (注射回数は5回)	免疫開始時期
墨汁注射 (10%懸濁液10ml連日7回)	OT-ウ血球	墨汁注射終了1日後
摘 脾	OT-ウ血球	摘 脾 4 日 後
レ線照射	OT-ウ血球	照 射 6 時 間 後
Cr ⁵¹ 標識自家 血球注射 (10% 5 ml 3 日おき 2回)	OT-ウ血球	注 射 終 了 直 後
	ヒ血球	
ナ シ	Cr ⁵¹ -OT-ウ血球 (初回)	
	OT-ウ血球 (後4回)	
	Cr ⁵¹ -OT-ウ血球	
	Cr ⁵¹ -OT-ヒ血球	
ナ シ (対 照)	OT-ウ血球	
	OT-ヒ血球	
	ヒ血球	

II) 摘脾群：実験動物の空腹時を選び、約3cmの正中切開をもつて開腹し、摘脾後感染防止のため水性ペニシリン5万単位を注入したのち縫合した。術後4日目よりOT-ウ血球で免疫を施行した。

III) レ線照射群：レ線発生装置および照射術式はすべて小西⁹⁾の方法に従い、照射線量は50rおよび600rとした。照射6時間後初回のOT-ウ血球注射を行つた。

IV) Cr⁵¹標識血球注射群：これを次の3群に分けた。

第1群：Cr⁵¹標識自家血球 (以下Cr⁵¹-ウ血球と略称

する)の10%生食水浮遊液5mlを3日おきに2回注射した後、更に2亜群に分け2回注射直後より1亜群はOT-ウ血球、他はヒ血球で免疫を開始した。

第2群：初回のみCr⁵¹-OT-ウ血球で、以後はOT-ウ血球で免疫した。

第3群：毎回Cr⁵¹を標識した血球で免疫したもので3亜群よりなり、それぞれCr⁵¹-OT-ウ血球、Cr⁵¹-OT-ヒ血球およびCr⁵¹-ヒ血球で免疫されたものである。

V) 対照群：前処置なしにOT-ウ血球、OT-ヒ血

球あるいはヒ血球で免疫したもので適宜 I)-IV) 群の対照とした。

実験成績

1. 墨汁注射の影響

墨汁注射後 OT—ウ血球免疫群の抗体産生を無処置ウサギに同様の免疫を行つた対照群のそれと比較すると表 1 のごとくであつて、墨汁注射群は対照群に比して OT 感作血球凝集素および溶血素の産生がともに著しく阻害された。すなわち対照では 1 回注射後において既に凝集素および溶血素の産生を認め、抗原注射を重ねるに従つて抗体価は上昇し、5 回注射後凝集価は 1:1,024, 溶血価は 1:2,048 に達した。これに反し墨汁注射群では 3 回注射後はじめて凝集素の産生を認め、5 回注射後においても抗体価はきわめて低く 1:128~256 であつて、溶血素の産生は 3 例中 2 例ではついに認められず、残りの 1 例では 5 回注射後において 1:16 の溶血価を示したにすぎなかつた。

2. 摘脾の影響

摘脾後 OT—ウ血球免疫を行つた群でも墨汁注射群と同じく、凝集素は 3 回注射後はじめて認められ、5 回注射後においても凝集価は 1:64~256 にとどまり、溶血素はついに証明されなかつた。

3. レ線照射の影響

50r および 600r をそれぞれ 1 回照射し、6 時間後より OT—ウ血球免疫を行つた。その成績は表 2 に示した。すなわち 50r 照射群の抗体産生は対照群に比してほとんど差を認めなかつたが免疫の初期 (1, 2, 3 回抗原注射後) において溶血素の産生がやや促進されるように思われた。

600r 照射群では凝集素および溶血素はともに 3 回抗原注射後はじめて認められ、その後は急速に抗体価の上昇をみたが、5 回注射後凝集価は平均 1:384, 溶血価は平均 1:768 を示し、50r 照射群ならびに対照群に比べて低かつた。

4. Cr⁵¹内部照射の影響

a) Cr⁵¹—ウ血球前処置群の成績

10% Cr⁵¹—ウ血球浮遊液 5ml を 3 日おきに 2 回注射し、その直後より OT—ウ血球免疫を行つた際の成績は表 3 に示した。すなわちこの群では、凝集素および溶血素の産生は対照群に比べやや阻害され、5 回注射後において凝集価は平均 1:768, 溶血価は平均 1:1,024 を示した。

そこで私は Cr⁵¹の抗体産生抑制効果が OT 抗体のような特殊なものに対してだけでなく、更に普遍的に認められるかいなかを検するため、同様に Cr⁵¹—ウ血球で 2 回前処置したウサギにヒ血球浮遊液を静注し、ヒ血球溶血素の産生状況を観察した。その結果を表 3 に示したがやはり無処置ウサギにヒ血球を静注した対照群に比しやや溶血素産生の抑制される傾向が認められた。すなわち、5 回抗原注射後において対照群の溶血価は平均 1:400,000, Cr⁵¹—ウ血球前処置群では溶血価 1:200,000 を示した。

b) 初回のみ Cr⁵¹—OT—ウ血球で免疫した群の成績

最初の 1 回のみ Cr⁵¹—OT—ウ血球を注射し、後 4 回を OT—ウ血球で免疫した群では 3 回注射後はじめて抗体産生を認め、5 回注射後に至るも抗体価はきわめて低く 1 例は凝集価、溶血価ともに 1:32, 他の 1 例ではともに 1:16 であつた。

c) Cr⁵¹—OT—ウ血球毎回注射群の成績

Cr⁵¹—OT—ウ血球を毎回注射した群では抗体の産生は認められなかつた。

このように Cr⁵¹—OT—ウ血球の抗体産生抑制効果は著明であるが、反応原性においては OT—ウ血球と異なるところのないことは予備実験で確認されていることである。

さてここにおいてこのような現象が Cr⁵¹—

OT—ウ血球免疫の際のような特殊な場合だけに起るものかいなかを知る目的で、Cr⁵¹—OT—ヒ血球で毎回免疫した群と対照のOT—ヒ血球免疫群の抗体産生状況を比較した。その結果は表5のごとくであつて、Cr⁵¹—OT—ヒ血球免疫群におけるOT—ウ血球凝集素および同溶血素の産生は免疫の初期より阻害される傾向を示し、特に3回抗原注射以後はほとんど抗体価の上昇を認めることがなかつた。すなわち、5回注射後においてOT—ヒ血球免疫群がOT—ウ血球凝集価1:768および同溶血価1:1,621(いずれも6例平均)を示したに反して、Cr⁵¹—OT—ヒ血球免疫群ではそれぞれ1:90および1:64(いずれも6例平均)にすぎなかつた。

なお、この2群におけるヒ血球溶血素産生状況を表5に示したが、両群間で免疫初期には注

目すべき差を認めないが注射を重ねるに従つてCr⁵¹—OT—ヒ血球注射群では次第に溶血素産生は阻害され、5回注射後においてCr⁵¹—OT—ヒ血球注射群ではヒ血球溶血価1:38,000(6例平均)、OT—ヒ血球注射群では1:350,000(6例平均)であつた。

次にOT感作を行わないCr⁵¹—ヒ血球注射群と対照のヒ血球注射群について、ヒ血球溶血素産生経過を観察した結果を表6に示したが、免疫の初期には両群間で著差なく、注射を重ねるに従つてCr⁵¹—ヒ血球注射群のヒ血球溶血素産生は次第に抑制され、4回注射以後は抗体価の上昇を認め得なかつた。すなわち、5回注射後において前者の溶血価は1:60,000(2例平均)を示し、後者では1:400,000(2例平均)であつた。

総括ならびに考案

種々の物質による細網内皮系填塞、摘脾および両者の併用等の抗体産生能に及ぼす影響をみた業績は少なくないが、実験条件の相異によりその成績は一致していない。Aschoff¹⁰⁾は填塞に用いる物質の性質、分量の違いにより、細網内皮系の機能はあるいはこう進し、あるいは減退すると述べている。エレクトラゴールでは抗体産生機能抑制効果は明らかではないと述べているものが多く¹¹⁾¹²⁾、墨汁填塞によつては抑制効果を認めるものが多い¹³⁾¹⁴⁾¹⁵⁾。しかしながら墨汁も少量ではその効果が常に明らかに認められるものでないとしている。中村¹⁵⁾はヒツジ血球免疫に際し、10%墨汁懸濁液10mlずつ5回の注射により溶血素産生がかなり著明に阻害されると報告している。よつて私は細網内皮系の填塞の完全を期し、毎日10%墨汁液10ml、7日間連続注射を行つた。一方中瀬¹²⁾は免疫前の填塞は免疫後の填塞よりチフス菌凝集素の産生阻害効果が大きであると述べ、大村¹³⁾は填塞によりヒツジ血球凝集素および溶血素の産生は阻害

されるが沈降素の産生は影響を受けないといひ、中村¹⁵⁾は墨汁注射によりヒツジ血球溶血素産生が同凝集素産生よりも一層強く抑制されると述べている。このように墨汁填塞と免疫との時間的關係の相異、抗原の種類および同一抗原でも産生される抗体の種類によつて、墨汁填塞の抗体産生に及ぼす影響は種々異なるものとされている。

摘脾の影響についても同様に免疫との時間的關係、抗原の種類、抗体の相異により成績はまちまちである¹⁶⁾¹⁷⁾¹⁸⁾¹⁹⁾。Taliaferro²⁰⁾²¹⁾はヒツジ血球免疫について摘脾の影響を詳細に検討し、抗原を1回のみ注射した時は、免疫当日より4日後までの摘脾が最も大きな溶血素産生阻害効果をもたらし、その前後に時期が隔たるとつて抑制効果が小となることを指摘し、また頻回注射においては摘脾によりかえつて抗体産生が促進されると述べている。またHektoen²²⁾は摘脾ウサギのヒツジ血球溶血素および沈降素の産生は阻害されるが、凝集素産生は抑制され

ないと報告している。

私は OT 感作自家血球免疫における墨汁注射および摘脾の影響を検討したが、ともに OT 感作血球凝集素ならびに同溶血素の産生を抑制し、とくに溶血素産生は著明に阻害され、ほとんど陰性に終始した。溶血素産生が凝集素産生よりも著明に阻害されるという事実は Hektoen, 中村の成績と一致する。またこのことは OT 感作ウサギ血球溶血素のほとんどが脾を中心とする細網内皮系に由来することを示唆しているものと思われる。しかして凝集素も墨汁注射および摘脾により免疫初期には産生を阻害されるが、抗原注射を重ねるに従い産生をみることは、凝集素の産生母地が必ずしも細網内皮系のみでないことを示すものか、あるいは抗体産生母地の凝集素産生能と溶血素産生能の相異を示すものであろう。

抗体産生の機転については Pfeiffer u. Marx²⁴⁾の歴史的实验以来、Aschoff¹⁰⁾らによつて細網内皮系がその母地としてとりあげられ、墨汁填塞や摘脾によつてその価値が認められ、今日ほとんど定説となつているが、なお Master & Hudack²⁵⁾らのように淋巴球説、天野²⁶⁾あるいは Fagreus²⁷⁾らのように形質細胞説を主張するものもあり、これらの説が対立している現状である。

私は墨汁填塞および摘脾の OT 抗体産生に及ぼす影響を観察した結果、細網内皮系の OT 抗体産生母地としての重要性は認められるが、なおその他の説を否定し去ることはできないように思われる。

レ線照射の抗体産生に及ぼす影響についても多数の業績があり、免疫と照射との時間的關係、照射線量等により成績は一定していないが、レ線が生体反応に対し、“少量は促進的に、大量は抑制的に”働くという Arndt-Schultz の説が今日の定説である。中瀬¹²⁾は少量のレ線照射を行うに際し、免疫前よりも免疫後に行つた方が抗体産生に対する促進効果が大きであると指摘し、Taliaferro²³⁾は 600~700r 照射後 12 時間

より 7 日の間に免疫した場合が最も抗体産生を抑制し、照射 4 日前より 6 時間後の間に免疫した場合は抗体産生は遅延するが抗体価は対照群に比して低くないと述べている。私は 50r あるいは 600r 照射 6 時間後より免疫を開始したが、少量照射による促進効果は著明でなく、大量照射により免疫初期には抗体産生の遅延するのをみたが、その後急速に抗体価の上昇を認めた。しかし最高抗体価は対照群に比し低かつた。

Radioisotope の抗体産生に対する影響については P³²を用いた福元²⁹⁾の業績をみるにすぎない。氏は種々の量の P³²をウサギの皮下に注射し異種血清沈降素の産生について検討し、少量は影響なく、適量では促進し、大量では抑制すると述べている。

私はまず常にほぼ同一放射能の Cr⁵¹量で標識された自家血球を 2 回静注した後、OT 感作自家血球あるいはヒツジ血球で免疫し、OT に対する抗体およびヒツジ血球溶血素の産生状況を観察したところ、抗体産生はやや阻害される傾向を示した。

次に Cr⁵¹標識 OT 感作自家血球による免疫を行つたところ、OT 感作血球凝集素および同溶血素の産生はともに著明に抑制された。すなわち最初の 1 回のみ Cr⁵¹標識 OT 感作自家血球、あとの 4 回は OT 感作自家血球で免疫した群ではレ線大量照射群のごとく抗体発現の時期が遅延し、毎回 Cr⁵¹標識 OT 感作自家血球注射群では全く抗体の産生はみられなかつた。Cr⁵¹標識 OT 感作ヒツジ血球および Cr⁵¹標識ヒツジ血球の毎回注射によつては注射回数増加に伴つて OT 抗体およびヒツジ血球溶血素の産生は明らかに抑制された。

ここにおいてまことに興味あることは Cr⁵¹標識 OT 感作自家血球を最初 1 回注射し、その後 OT 感作自家血球免疫を行つた群の抗体産生が、Cr⁵¹標識自家血球を 2 回注射した後 OT 感作自家血球免疫を行つた群のそれより強く抑制されたことで、このことは両群に用いた Cr⁵¹の量は各回についてほぼ同じであるから Cr⁵¹標識 OT

感作自家血球および Cr^{51} 標識自家血球の体内における運命が OT 感作の有無により異なり、その結果 Cr^{51} の影響に差が生ずるためか、更に検討を要するものと考ええる。また Cr^{51} 標識 OT 感作自家血球の毎回注射では 1 回注射よりも抗体産生抑制効果が大であるのは、 Cr^{51} についてもレ線と同様に大量が抑制的であることを示しているものと思われる。

Cr^{51} 標識ヒツジ血球および Cr^{51} 標識 OT 感作ヒツジ血球は体内における崩壊がきわめて早く、したがって Cr^{51} の排出が早いので抑制効果が小さく、頻回注射によつてはじめて抑制効果が大きくなつて来るのではなからうか。

以上の知見を総括すると OT 感作血球免疫に際し、墨汁による細網内皮系填塞および摘脾は

結

1. OT 感作自家血球免疫による OT 抗体 (OT 感作血球凝集素および同溶血素) の産生に対し、墨汁注射および摘脾などの前処置は著明に抑制的に作用した。特に溶血素産生に対するこれら前処置の抑制効果は大きかつた。

その際私の行つた墨汁注射および摘脾の間では、その抑制効果にほとんど差異を認めなかつた。

文

- 1) Saito, T., et al. : Japan. J. Tuberc., 3, 76, 1955.
- 2) 小林博 : 金大結研年報, 14 (中), 177, 1956.
- 3) 小林博 : 金大結研年報, 15 (上), 79, 1957.
- 4) 登谷栄作 : 金大結研年報, 16 (上), 31, 1958.
- 5) 西東利男 : 金大結研年報, 16 (上), 43, 1958.
- 6) 高橋芳雄 : 金大結研年報, 16 (中), 181, 1958.
- 7) 恒元博 : 未発表
- 8) Saito, T., et al. : Japan. J. Tuberc., 6, 47, 1958.
- 9) 小西健一 : 金大結研年報, 10 (下), 354, 1952.
- 10) Aschoff, L. : Ergebnisse d. Inn. Med. u. Kinderheil., 26, 1, 1924.
- 11) 尼子富士郎 : 医学中央誌, 23, 1123, 1926.
- 12) 中

論 OT 感作血球に対する抗体、なかんずく溶血素産生を著明に抑制し、細網内皮系が OT 感作血球溶血素産生母地としてきわめて大きな役割を持つことを示した。レ線の大量照射、 Cr^{51} 標識自家血球による前処置および Cr^{51} 標識血球による免疫によつては、程度の差こそあれともに抗体産生を抑制するが、凝集素および溶血素の産生に対する抑制効果の間にはほとんど差が認められなかつた。しかして Cr^{51} 標識血球の OT 感作の有無や血球の種類に相異により、体内の運命が異なり細網内皮系に対する影響を異にし、抗体産生に対する効果に大きな差を生ずるのではなからうかという興味ある推論に対しては更に実験を進め、稿を改めて記述したいと思う。

論

また、免疫開始 6 時間前に行つたレ線 50r 照射は影響なく、600r 照射は抑制的に作用した。

2. OT 抗体産生能は OT 感作自家血球が最もすぐれ Cr^{51} 標識 OT 感作ヒツジ血球および Cr^{51} 標識 OT 感作自家血球注射の順に低下した。しかし OT 感作自家血球での免疫前の Cr^{51} 標識自家血球 2 回注射の抗体産生抑制効果はきわめて軽度であつた。

献

- 瀬真亮 : 十全会誌, 33, 93, 1928.
- 13) 大村幸一 : 東京医学会誌, 40, 91, 1926.
- 14) 村田宮吉 : 大阪医学会誌, 17, 40, 1918.
- 15) 中村真一 : 熊本医学会誌, 5, 323, 1929.
- 16) 亀岡長一 : 日新医学, 16, 901, 1927.
- 17) 渡辺房吉 : 東京医学会誌, 40, 38, 1926.
- 18) Topley, W. W. C. : J. Path. & Bact., 33, 339, 1930.
- 19) 小林健児, 塩津敏子 : 細菌学誌, 346, 1294, 1924.
- 20) Taliaferro, W. H. : J. Infect. Dis., 87, 37, 1950.
- 21) Taliaferro, W. H. : J. Infect. Dis., 89, 143, 1951.
- 22) Taliaferro, W. H. : J. Infect. Dis., 91, 105, 1952.
- 23) Hektoen,

L. : J. Infect. Dis., 27, 23, 1898. 24)
Pfeiffer, R. u. Marx : Zeits. f. Hyg., 27,
272, 1898. 25) McMaster, P. D. &
Hudack, S. S. : J. Exp. Med., 61, 783, 1935.

26) 天野重安 : 血液学の基礎, 上巻, 1948.
27) Fagreu, A. : J. Immunol., 58 (1), 1,
1948. 28) 福元一男 : 鹿大医誌, 10, 654,
1958.

Table 1. Antibody titer of rabbit immunized with OT-sensitized recipient's own red cells after the injection of India ink or splenectomy

Treatment before immunization	Rabbit	Test	Antibody titer					
			Before immunization	After				
				One injection	Two injections	Three injections	Four injections	Five injections
Injection of India ink	No. 1	HA	0	0	0	1:8	1:64	1:128
		HL	—	—	—	—	—	—
	No. 2	HA	0	0	0	1:8	1:32	1:128
		HL	—	—	—	—	1:8	1:16
	No. 3	HA	0	0	0	1:32	1:128	1:258
		HL	—	—	—	—	—	—
Splenectomy	No. 4	HA	0	0	0	1:8	1:64	1:256
		HL	—	—	—	—	—	—
	No. 5	HA	0	0	0	1:8	1:16	1:64
		HL	—	—	—	—	—	—
Control	Mean of 4 rabbits	HA	0	1:16	1:32	1:128	1:512	1:1,024
		HL	—	1:16	1:64	1:256	1:1,024	1:2,048

HA : Hemagglutination of OT-sensitized red cells

HL : Hemolysis of OT-sensitized red cells

Table 2. Antibody titer of rabbit immunized with OT-sensitized recipient's own red cells after X-ray irradiation

X-ray irradiation	Rabbit	Test	Antibody titer					
			Before immunization	After				
				One injection	Two injections	Three injections	Four injections	Five injections
50r	Mean of No. 6 and No. 7	HA	0	1:16	1:32	1:96	1:384	1:1,024
		HL	—	1:20	1:80	1:640	1:1,024	1:2,048
600r	Mean of No. 8 and No. 9	HA	0	0	0	1:12	1:96	1:384
		HL	—	—	—	1:12	1:288	1:768
Control	Mean of 4 rabbits	HA	0	1:16	1:32	1:128	1:512	1:1,024
		HL	—	1:16	1:64	1:256	1:1,024	1:2,048

HA : Hemagglutination of OT-sensitized red cells

HL : Hemolysis of OT-sensitized red cells

Table 3. Antibody titer of rabbit immunized with OT-sensitized recipient's own red cells or sheep red cells after two injections of Cr⁵¹-labeled recipient's own red cells

Immunization with	Pretreatment with (+) or without (-) Cr ⁵¹ -labeled recipient's own red cells	Rabbit	Test	Antibody titer					
				Before immunization	After				
					One injection	Two injections	Three injections	Four injections	Five injections
OT-sensitized recipient's own red cells	(+)	Mean of No. 10 and No. 11	HA HL	0 —	1:8 1:16	1:24 1:48	1:80 1:192	1:320 1:768	1:768 1:1,024
	(-)	Mean of 4 rabbits	AA HL	0 —	1:16 1:16	1:32 1:64	1:128 1:256	1:512 1:1,024	1:1,024 1:2,048
Sheep red cells	(+)	Mean of No. 12 and No. 13	SHL	1:150	1:1,000	1:10,000	1:40,000	1:100,000	1:200,000
	(-)	Mean of 2 rabbits	SHL	1:150	1:1,500	1:19,000	1:70,000	1:200,000	1:400,000

HA : Hemagglutination of OT-sensitized red cells
 HL : Hemolysis of OT-sensitized red cells
 SHL : Hemolysis of sheep red cells

Table 4. Antibody titer of rabbit immunized with Cr⁵¹-labeled OT-sensitized recipient's own red cells

Group	Rabbit	Test	Antibody titer					
			Before immunization	After				
				One injection	Two injections	Three injections	Four injections	Five injections
I	No. 14	HA	0	0	0	1:8	1:8	1:32
		HL	—	—	—	1:4	1:16	1:32
	No. 15	HA	0	0	0	1:8	1:16	1:16
		HL	—	—	—	1:4	1:8	1:16
II	No. 16	HA	0	0	0	0	0	0
		HL	—	—	—	—	—	—
	No. 17	HA	0	0	0	0	0	0
		HL	—	—	—	—	—	—
Control	Mean of 4 rabbits	HA	0	1:16	1:32	1:128	1:512	1:1,024
		HL	—	1:16	1:64	1:256	1:1,024	1:2,048

Group I : Immunized by one injection of Cr⁵¹-labeled OT-sensitized recipient's own red cells and following four injections of OT-sensitized recipient's own red cells

Group II : Immunized with Cr⁵¹-labeled OT-sensitized recipient's own red cells at all times

HA : Hemagglutination of OT-sensitized red cells
 HL : Hemolysis of OT-sensitized red cells

Table 5. Antibody titer of rabbit immunized with Cr⁵¹-labeled OT-sensitized sheep red cells

Immunized with	Rabbit	Test	Antibody titer						
			Before immunization	After					
				One injection	Two injections	Three injections	Four injections	Five injections	
Cr ⁵¹ -labeled OT-sensitized sheep red cells	No.18	Mean	HA	0	1:6	1:18	1:61	1:80	1:90
	No.19		HL	—	—	1:26	1:45	1:48	1:64
	No.20		SHL	1:150	1:1,900	1:18,000	1:25,000	1:38,000	1:38,000
OT-sensitized sheep red cells (Control)	No.21	Mean	HA	0	1:6	1:98	1:245	1:426	1:768
	No.22		HL	—	1:5	1:194	1:426	1:1,194	1:1,621
	No.23		SHL	1:150	1:1,500	1:19,000	1:70,000	1:150,000	1:350,000

HA : Hemagglutination of OT-sensitized red cells

HL : Hemolysis of OT-sensitized red cells

SHL : Hemolysis of sheep red cells

Table 6. Antibody titer of rabbit immunized with Cr⁵¹-labeled sheep red cells

Immunized with	Rabbit	Test	Antibody titer					
			Before immunization	After				
				One injection	Two injections	Three injections	Four injections	Five injections
Cr ⁵¹ -labeled sheep red cells	Mean of No. 30 and No. 31	SHL	1:150	1:2,000	1:16,000	1:40,000	1:60,000	1:60,000
Sheep red cells (Control)	Mean of 2 rabbits	SHL	1:150	1:1,500	1:19,000	1:70,000	1:200,000	1:400,000

SHL : Hemolysis of sheep red cells