

同種免疫에 의한 말抗血清제조에 관한 연구

韓邦根 · 松本寬* · 張德支**

全南大學校 獸醫科大學

北海道 酪農學園大學*

濟州專門大學**

(1990. 2. 26 접수)

Preparation of equine blood typing reagents by isoimmunization

Bang-keun Han, Hiroshi Matsumoto,* Duk-gi Chang**

College of Veterinary Medicine, Chonnam National University

*Rakuno Gakuen University, Hokkaido, Japan**

*Cheju Junior College***

(Received Feb 26, 1990)

Abstract: This study was purposed to produce blood typing reagents for classifying Cheju horse's blood group factors.

The blood typing reagents were prepared by immunization of sixteen pairs out of forty eight heads of Cheju horses, and seventeen different blood typing reagents (anti-A₁, A', H, Z, ZZ₂, C, J, K, P₁, Q, R, S, T₁, N₁, U₂, X and E₂) were prepared from equine isoimmunization.

The result for the reagent production and the variation of agglutinin and hemolysin titer are as follows:

1. Anti-K, R, S, N₁, U₂ and X acted exclusively as hemolysins whereas anti-J, P₁, T₁ and E₂ acted exclusively as agglutinins, however, Anti-A₁, A', H, Z, ZZ₂, C and Q reacted both as hemolysins and agglutinins.
2. Among the antibodies in most of the reagents reacted both as hemolysins and agglutinins, But anti-A₁, H, Z, ZZ₂ and Q elevated higher agglutinin titers than hemolysin titers, Anti-A' and anti-C elevated higher hemolysin titers than agglutinin titers.
3. Complex antibody A₁U₂ was adsorbed U₂ and unified to A₁, while complex antibody X N₁ went through an adsorption process and produced simple antibody X and N₁, respectively.
4. In the hemolytic reaction, anti-K and anti-R showed the highest titer, In the agglutination reaction, anti-Z and anti-ZZ₂ showed the highest titer,
5. In the case of No.138~No.140 horse immunization combination and No.133~No.146 horse immunization combination, Although production of complex antibody CE₂ and JP₁ were expected, only anti-E₂ and anti-J were produced respectively.
6. The degree of elevation of antibody titer was varied by the blood types and by the types of donor and recipient combination. The fast elevating types, slow elevating types and types that never elevate the antibody titer were identified.

Key words: isoimmunization, donor, recipient, agglutinin, hemolysin, reagent.

이 논문은 1988年度와 1989年度 文敎部支援 韓國學術振興財團의 自由公募課題學術研究 造成費에 依하여 研究되었음.

序 論

말의 血清型에 관한 研究는 Landsteiner¹가 사람의 血液型을 분류하면서부터 시작되었으며 1902年 Klein²이 처음으로 말에 대한 試驗成績을 報告한 것을 비롯하여 많은 研究結果가 發表되었다. 특히 근래에 佛國의 Podliachouk^{3-5,14}, 英國의 Franks^{6,7}, 美國의 Stormont와 Suzuki⁸⁻¹⁰ 그리고 日本의 Matsumoto와 Watanabe¹²의 研究가 현저하며 그들에 의해 國際標準血清이 만들어지고 있다. 그러나 말 血清中 正常抗體는 일반적으로 抗體價가 낮기 때문에 反應이 確實하지 않을때가 많고, 赤血球가 갖고 있는 같은 種類의 抗原性에 있어서도 個體에 따라 差異가 있기 때문에 血液型을 確實히 분류 하기가 매우 困難하다. 이러한 理由 때문에 말의 血液型을 사람의 경우처럼 ABO式 方法을 이용해서 분류 한다는 것은 적절한 血液型 분류법으로서의 그 價値를 상실하고 있다. 따라서 새로운 方式에 의한 血液型 分類가 이루어졌는데 그것은 말 赤血球를 다른 動物에 接種하여 抗體價를 높인 다음 그 抗血清을 利用해서 分類하는 方法이 試圖되었다. 그 후 研究狀況을 보면 正常血清 대신에 免疫血清을 利用해서 많은 研究를 해왔고 1961年 Denmark의 Hesselholt는 同種免疫血清을 利用해서 분류한 말의 血液型을 Podliachouk¹⁴와 함께 그 記號를 A₁, A₂, B, C... 등으로 분류하였으며 Stormont와 Suzuki⁹는 같은 方法으로 분류한 14종류의 血球抗原을 podliachouk의 抗原과 比較同定한 바 11종류의 抗原은 말 血球만이 갖고 있었고 나머지 3종류의 抗原은 당나귀 血球만이 가지고 있다고 報告하였다. Franks⁷는 胎盤移行을 통해 同種免疫된 암말의 血清으로 제조한 11個의 標準血清을 利用해서 11종류의 血液型을 分類하였다. 또한 stormont와 suzuki는 8 system과 16종의 標準抗血清을 만들었고^{8,9} 그후 8 system과 21종의 標準抗血清을 만들게 되었다. Matsumoto¹⁵는 北海道 和種馬의 血液型을 美國 stormont 研究所와 共同으로 분류하여 國際標準抗血清을 만들어냈다. 즉 말 同種免疫에 의하여 國際的標準에 맞는 말 血液型 17種을 분류할 수 있는 抗血清을 제조하였다. 이 抗血清中 어느 것은 凝集素로서 作用하였고 또 어느것은 溶血素로서 作用하였다. 위의 실험에서 溶血反應에서는 家兔補體가 利用되었으며 이 補體는 使用前에 異種溶血素를 除去하기 爲해 말 赤血球를 吸收시켰다.

本 研究는 上記 抗血清¹⁵ 즉 A₁, A', Z, ZZ₂, C, K, P₁, Q, R, S, U, X, N₁, E, H, J 및 T₁ 등 17種을 利用하여 제주말의 血液型을 분류하였으며 donor와 recipient를 選

定하여 組合을 하였고 同種免疫에 의한 抗血清 17種을 제조하였으므로 報告한다.

우리나라에서는 1966년과 1967년에 日本在來家畜調查團¹⁶에 의해 제주마의 血液型은 u₁, u₂, pf₂ 및 pf₃의 4종류가 있다고 判定하였으며 u₁抗原을 갖는 말이 全體의 半數가까이 차지하고 있음을 示唆하고 있다.

著者들은 이번에 제조한 抗血清을 利用해서 제주마의 血液型을 分類하여 親子鑑別, 個體識別, 輸血時 血液型決定에 의한 副作用의 緩和 및 馬新生子黃疸의 原因解明 등 臨床上的 문제해결에 寄與하고자 한다.

材料 및 方法

1. 同種免疫에 利用한 말과 血液型.

同種免疫 및 抗體同定에 利用한 말은 제주 가축개발 사업소 및 인근牧場과 제주 대학 부속牧場에서 사육하고 있는 말 48頭 중에서 血液型分類를 하여 供血馬와 受血馬를 選定하였고 利用한 抗血清은 共同研究者인 Matsumoto가 北海道 和種馬를 利用하여 Stormont 方式에 의해 제조한 抗血清을 利用하였으며 17種型을 제조목표로 하여 供血馬와 受血馬를 選定하여 同種免疫을 實施하였다(Table 1).

2. 免疫馬의 選擇과 免疫方法.

免疫馬의 選擇: 實驗的 同種免疫時 受血馬가 갖고 있는 型에 對해서는 抗體가 形成되지 않기 때문에 供血馬가 갖고 있는 型을 生産하기 위해 單一抗體로 免疫組合을 하거나 或은 抗體種類가 段階적 階級 形成되도록 하기 위해 이미 分類한 대상말에서 陽性反應을 나타낸 赤血球 보유말을 供血馬로 하였고 陰性反應을 나타낸 赤血球 보유말을 受血馬로 각각 選擇하였다(Table 2 및 3).

免疫方法: 供血馬의 頸靜脈에서 미리 抗凝固劑가 들어있는 容器에 採血하고 生理的 食鹽水로 3回 洗滌한 후 50% 赤血球 浮遊液으로 만들어 50~70cc를 1週 間隔으로 8週 頸靜脈으로 受血馬에 注入하여 免疫시켰다. 2번째부터의 免疫는 shock豫防을 目的으로 可及的 次第로 注入하였다. 免疫에 의한 溶血素 및 凝集素의 生成 有無를 관찰하였고, 注入前 每 注射時 그리고 最終 注入 1週後에 血清을 분리하여 抗體價를 測定하였다 (Table 4 및 5).

3. 血清學的 術式과 抗體價의 測定.

本 研究에 利用한 血清學的 術式은 阿部¹⁷에 따라 다음과 같이 하였다.

凝集反應: 赤血球는 生理的食鹽水으로 3回 洗滌한 후 필요한 농도의 浮遊液을 만들었다. 血液型 분류는 5% 赤血球 浮遊液 1 drop와 分類用 抗血清 2 drop를 充分

Table 1. Blood group systems of the horses of Chejudo

Reagents	A ₁	A'	Z	ZZ ₂	C	K	P ₁	Q	R	S	U ₂	X	N ₁	E ₂	H	J	T ₁
No. 6	+	-	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+
7	+	-	-	+	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	-	+	+
8	+	-	-	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-	+	+
9	+	-	-	+	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	-	-	+
10	+	-	-	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+
11	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	-	+
12	+	-	-	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	-	+	+
113	+	-	-	+	+	+	-	+	-	-	+	+	+	+	-	-	+
14	+	-	-	+	+	+	-	+	-	+	+	+	+	+	-	-	+
15	+	-	-	+	-	+	-	+	-	+	+	+	+	+	-	-	+
16	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	+
17	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	-	+
58	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-	+	+
64	+	-	+	-	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	-	-	+
69	+	-	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-	-	+	-
70	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	-	-	+
105	+	-	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-
106	+	-	-	+	+	+	-	+	-	+	+	+	-	-	-	-	-
107	-	-	+	+	+	-	-	-	-	+	-	+	-	+	+	-	-
108	+	-	-	+	+	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-
109	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+
110	+	-	+	+	+	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-	-
111	-	-	+	-	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-	+
112	-	+	+	-	+	-	-	-	+	-	+	+	-	+	+	-	-
113	-	-	-	-	+	-	-	+	-	+	+	+	-	+	-	-	+
114	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+
115	-	-	+	-	+	+	+	-	-	-	+	+	-	+	-	-	+
116	+	+	+	+	+	-	+	-	+	-	+	+	-	+	-	-	+
117	+	-	+	+	+	-	+	-	+	+	+	+	-	+	-	-	+
118	+	-	+	+	+	-	+	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+
119	+	+	+	-	+	-	-	-	+	-	+	+	-	+	-	-	-
120	+	-	+	-	+	-	-	-	+	+	+	+	-	+	-	-	+
132	+	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	+	+	-	-	+
133	+	-	-	-	+	+	+	+	-	+	+	-	-	+	-	+	+
134	+	-	-	+	+	+	-	+	-	+	+	-	-	+	-	+	+
135	+	-	-	+	+	+	+	+	-	+	+	-	-	+	-	+	+
136	+	-	+	+	+	-	-	-	-	-	+	+	-	+	+	-	+
137	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	-	+
138	-	-	+	-	+	-	-	+	-	+	-	-	-	+	+	-	+
139	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	+
140	-	-	+	-	-	+	-	+	+	+	-	-	-	-	+	-	+
141	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+
142	+	-	+	+	+	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	+	+
143	+	-	-	+	+	+	-	+	-	+	-	-	-	+	-	-	+
144	+	-	-	+	+	+	+	+	-	+	-	-	-	+	-	+	+
145	+	-	-	+	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+
146	+	-	-	+	+	+	-	+	-	+	+	-	-	+	-	-	+
147	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+

Table 2. Blood groups of the donors and the recipients

Reagents	A ₁	A'	Z	ZZ ₂	C	K	P ₁	Q	R	S	U ₂	X	N ₁	E ₂	H	J	T ₁
Donor E-110	+	-	+	+	+	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-	-
Recipient E-107	-	-	+	+	+	-	-	-	-	+	-	+	-	+	+	-	-
Expected reagent A ₁ U ₂																	
Donor E-119	+	+	+	-	+	-	-	-	+	-	+	+	-	+	-	-	-
Recipient E-117	+	-	+	+	+	-	+	-	+	+	+	+	-	+	-	-	+
Expected reagent A'																	
Donor E-108	+	-	-	+	+	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-
Recipient E-120	+	-	+	-	+	-	-	-	+	+	+	+	-	+	-	-	+
Expected reagent ZZ ₂																	
Donor E-14	+	-	-	+	+	+	-	+	-	+	+	+	+	+	-	-	-
Recipient E-15	+	-	-	+	-	+	-	+	-	+	+	+	+	+	-	-	+
Expected reagent C																	
Donor E-8	+	-	-	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-	+	+
Recipient E-7	+	-	-	+	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	-	+	+
Expected reagent S																	
Donor E-112	-	+	+	-	+	-	-	-	+	-	+	+	-	+	+	-	-
Recipient E-116	+	+	+	+	+	-	+	-	+	-	+	+	-	+	-	-	+
Expected reagent H																	
Donor E-113	-	-	-	-	+	-	-	+	-	+	-	+	+	+	-	-	+
Recipient E-105	+	-	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-
Expected reagent T ₁																	
Donor E-7	+	-	-	+	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	-	+	+
Recipient E-8	+	-	-	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-	+	+
Expected reagent Q																	

히 混合하여 室溫에서 3~6時間 放置後 凝集의 有無 및 그 程度를 判定하였다.

抗體價 測定은 倍數稀釋한 被檢血清 0.4ml에 2% 赤血球 浮遊液 1 drop를 充分히 混合하고 그 다음은 血液型 判定과 똑같이 行하였다.

凝集反應의 判定은 試驗管을 흔들면서 凝集塊를 破壞하고 그 破壞 程度에 따라 다음과 같이 5段階로 區分하였다.

- 一: 적혈구가 고르게 부유하고 응집괴가 없다.
- ±: 적혈구 부유상태가 혼적정도이며 꺼칠꺼칠하게 보인다.
- +: 적은 응집괴가 분명히 인정된다.
- #: 큰 응집괴가 인정된다.

#: 침전된 응집괴가 진탕해도 쉽게 부수지지 않고 응집괴로 남는다.

±이상의 응집을 나타낸 것을 양성으로 하였다.

溶血反應: 血液型 判定을 위해 溶血反應은 血液型 分類用 抗血清 2 drop에 家兎補體 1 drop를 加해서 混合한후 여기에 生理的食鹽液으로 3回 洗滌한후 2%로 再浮遊한 赤血球 浮遊液 1 drop를 첨가해서 充分히 混合하여 室溫에 3~6시간 放置後 溶血의 有無 및 그 程度를 判定하였다.

抗體價 測定은 試驗管法으로 倍數稀釋한 被檢血清 0.2ml에 家兎補體 0.1ml를 첨가하고 여기에 上記와 같이 조정한 赤血球 浮遊液을 1 drop 첨가하였다. 그 다음은 혈액형 判定시와 같이 行하였다.

Table 3.-Blood Groups of the donors and the recipients

Reagents	A ₁	A'	Z	ZZ ₂	C	K	P ₁	Q	R	S	U ₂	X	N ₁	E ₂	H	J	T ₁
Donor E-10	+	-	-	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+
Recipient E-14	+	-	-	+	+	+	-	+	-	+	+	+	+	+	-	-	+
Expected reagent R																	
Donor E-13	+	-	-	+	+	+	-	+	-	-	+	+	+	+	-	-	+
Recipient E-7	+	-	-	+	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	-	+	+
Expected reagent K																	
Donor E-138	-	-	+	-	+	-	-	+	-	+	-	-	-	+	+	-	+
Recipient E-140	-	-	+	-	-	+	-	+	+	+	-	-	-	-	+	-	+
Expected reagents E ₂ C																	
Donor E-11	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	-	+
Recipient E-135	+	-	-	+	+	+	+	+	-	+	+	-	-	+	-	+	+
Expected reagents XN ₁																	
Donor E-64	+	-	+	-	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	-	-	+
Recipient E-8	+	-	-	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-	+	+
Expected reagent Z																	
Donor E-133	+	-	-	-	+	+	+	+	-	+	+	-	-	+	-	+	+
Recipient E-144	+	-	-	+	+	+	+	+	-	+	-	-	-	+	-	+	+
Expected reagent U ₂																	
Donor E-135	+	-	-	+	+	+	+	+	-	+	+	-	-	+	-	+	+
Recipient E-134	+	-	-	+	+	+	-	+	-	+	+	-	-	+	-	+	+
Expected reagent P ₁																	
Donor E-133	+	-	-	-	+	+	+	+	-	+	+	-	-	+	-	+	+
Recipient E-146	+	-	-	+	+	+	-	+	-	+	+	-	-	+	-	-	+
Expected reagent JP ₁																	

溶血反應의 判定은 溶血의 程度에 따라 다음과 같이 5段階로 區分하였다.

- : 적하한 적혈구가 管底중앙에 沈澱하고 상층에 용혈색이 인정되지 않는다.
- + : 상층은 분명히 용혈하고 있는데 흔들면 혼탁해 진다.
- ++ : 상층은 상당히 용혈해 있는데 흔들면 혼탁해 진다.
- +++ : 완전히 용혈해 있다.
- ++++ : 용혈이 나타난 것을 양성으로 하였다.

溶血反應時 補體로서 家兔血清을 이용하였다. 數頭의 家兔血清을 채취하고 여기에 말 5頭이상의 洗滌 赤血球를 1/2분량 첨가하여 4°C로 30분간 異種凝集素를 吸收케 한 다음 다시 遠沈해서 얻은 家兔血清을 小試

驗管에 2ml씩 分注하여 凍結保存하고 必要에 따라서 解凍하여 사용하였다. 家兔補體의 力價는 낮기 때문에^{8,17} 原血清을 補體로서 使用하였다.

4. 複合抗體의 單一化와 抗體의 同定.

免抗에 의해 生成된 複合抗體를 研究目的에 必要한 單一抗體로 만들기 위해 吸收操作을 行하였다. 研究目的에 不必要한 抗體를 吸收操作을 통해 除去하기 위해서 吸收目的에 사용되는 血液型을 保有한 赤血球를 生理的食鹽液으로 3회이상 洗滌한후 그 洗滌赤血球를 抗血清에 1/2분량 정도 첨가하여 室溫에서 3時間동안 吸收케 한후 4°C에서 하룻밤 동안 保管하고 寒冷凝集素를 吸收시켜 研究目的에 必要한 單一抗體를 갖는 血清을 生産하였다.

免疫에 依해서 生成된 抗體와 吸收操作으로 얻어집

Table 4. Donor-Recipient combination of isoimmunization for the production of expected antibodies 1988

Reagents	Donor	Recipient	Expected antibodies	Volume of injection(ml)	Frequency of injection
A ₁	110	107	A ₁ U ₂	100	5
A'	119	117	A'	100	8
ZZ ₂	108	120	ZZ ₂	100	5
C	14	15	C	100	5
S	8	7	S	100	4
H	112	116	H	100	5
T ₁	113	105	T ₁	100	8
Q	7	8	Q	100	8

Table 5. Donor-Recipient combination of isoimmunization for the production of expected antibodies 1989

Reagent	Donor	Recipient	Expected antibodies	Volume of injection(ml)	Frequency of injection
R	10	14	R	200	7
K	13	7	K	200	5
E ₂	138	140	E ₂ C	200	8
X	11	135	XN ₁	200	7
Z	64	8	Z	200	5
U ₂	133	144	U ₂	200	7
P	135	134	P ₁	200	8
J	133	146	JP ₁	200	8

單一抗體의 同定試驗을 行하였다. 모든 抗血清 및 家兔血清은 -20°C에 凍結保存하고 使用前에 溶解하여 사용하였다.

結 果

同種免疫에 의해 얻어진 生産抗體와 抗體價推移는 다음과 같다.

No. 1 : 실험마 No. 110을 供血馬로 하고 실험마 No. 107을 受血馬로 組合하였으며 受血馬에는 없고 供血馬에 있는 血液型은 A₁과 U₂이며 免疫에 의해서 A₁과 U₂의 抗體生産이 예상되었다(Table 2 및 4). 注射前의 溶血素 및 凝集素는 陰性이었다.

100ml로 1次 免疫한 1주일 후의 溶血素와 凝集素는 陰性이었으나 2次免疫 1주 후부터 溶血素價 및 凝集素價의 상승이 認定되었다. 5次 注射 1주후까지 溶血素價와 凝集素價의 상승이 계속되었고 그 이후부터는 兩抗體價의 상승은 없었으며 최종 注射 1주후의 溶血素價는 256배, 凝集素價는 512배의 抗體價를 나타냈다(Fig 3 및 4).

生産抗體價를 확인 同定하기 위해 실험마 赤血球와 No. 1의 免疫血清間의 溶血反應 및 凝集反應을 관찰하였으며 兩反應에 陽性을 나타낸 赤血球는 血液型

A₁U₂를 保有하고 있었으며 陰性的 것은 그렇지 않았다. No. 1의 抗血清중에는 2종류의 抗體가 存在하기 때문에 U₂를 吸收시켜 單一抗體化했다. 吸收操作에는 실험마 No. 115의 赤血球를 利用했으며 吸收결과 單一화된 A₁抗體의 溶血素價는 128배였으며 凝集素價는 256배였다(Fig 3 및 4).

No. 2 : 실험마 No. 119를 供血馬로 하고 실험마 No. 117을 受血馬로 組合하였으며 受血馬에는 없고 供血馬에 있는 血液型은 A'이며 免疫에 의해 A'의 抗體生産이 예상되었다(Table 2 및 4).

注射前의 溶血素 및 凝集素는 陰性이었다. 100ml로 1次注射한 1주후부터 反應이 나타나기 시작하였고 5次 免疫 1주후 凝集素價는 32배로 상승하였다(Fig 4).

한편 溶血素는 1次 注射 1주후에 4배의 抗體價를 形成하였고 6次注射 1주후에는 64배로 상승하였다(Fig 3).

生産抗體를 확인 同定하기 위해 실험마 赤血球와 No. 2 免疫血清間의 溶血 및 凝集反應을 檢査한 결과 兩反應에 陽性을 나타낸 赤血球는 血液型 A'를 갖고 있음이 확인 同定되었다.

No. 3 : 실험마 No. 108을 供血馬로 하고 실험마 No. 120을 受血馬로 組合하였으며 受血馬에는 없고 供血馬에 있는 血液型은 ZZ₂이며 免疫에 의해 ZZ₂의 抗體生

産이 예상되었나(Table 2 및 4).

注射前의 溶血素 및 凝集素는 陰性이었고 100ml 2次 免疫 1주후부터 溶血素의 상승이 인정되었으며 5次 免疫 1주후의 溶血素價는 512倍였다(Fig 3).

한편 凝集素는 5次 免疫 1주후부터 나타나기 시작하면서 감자가 높은 凝集抗體價를 유지하였고 그 力價는 1,024倍였다(Fig 4).

生産抗體를 확인 同定하기 위해 실험마 赤血球와 No.3 免疫血清間의 溶血 및 凝集反應을 檢査한 결과 兩反應에 陽性을 나타낸 赤血球는 血液型 ZZ₂를 갖고 있음이 확인 同定되었다.

No. 4 : 실험마 No. 14를 供血馬로 하고 실험마 No. 15를 受血馬로 組合하였으며 受血馬에는 없고 供血馬에 있는 血液型은 C이며 免疫에 의해 C의 抗體生産이 예상되었다(Table 2 및 4).

注射前의 溶血素 및 凝集素는 陰性이었고 100ml로 2次 免疫한 1주후부터 溶血素價는 32倍였으며 5次 免疫 1주후까지 계속되었으나 최종주사 1주후에는 128倍까지 상승하였다.

한편 凝集素價는 1次 免疫 1주후에 2倍로 나타나 최종免疫시까지 지속되었다. 生産抗體를 확인 同定하기 위해 실험마 赤血球와 No. 4 免疫血清間의 溶血 및 凝集反應을 檢査한 결과 兩反應에 陽性을 나타낸 赤血球는 血液型 C를 갖고 있음이 확인 同定되었다.

No. 5 : 실험마 No. 8을 供血馬로 하고 실험마 No. 7을 受血馬로 組合하였으며 受血馬에는 없고 供血馬에 있는 血液型은 S이며 免疫에 의하여 S의 抗體生産이 예상되었다(Table 2 및 4).

注射前의 溶血素 및 凝集素는 陰性이었고 100ml 2次

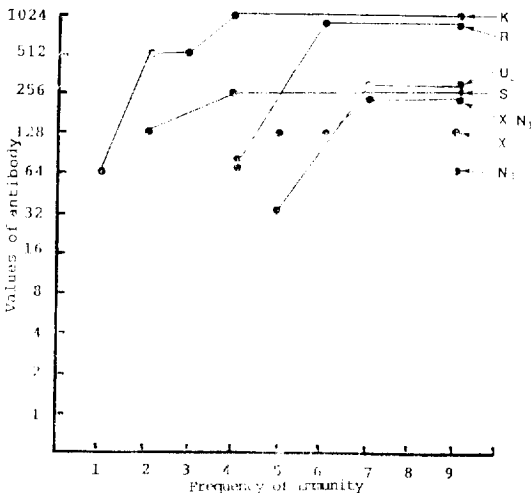


Fig. 1. Variation of hemolysis.

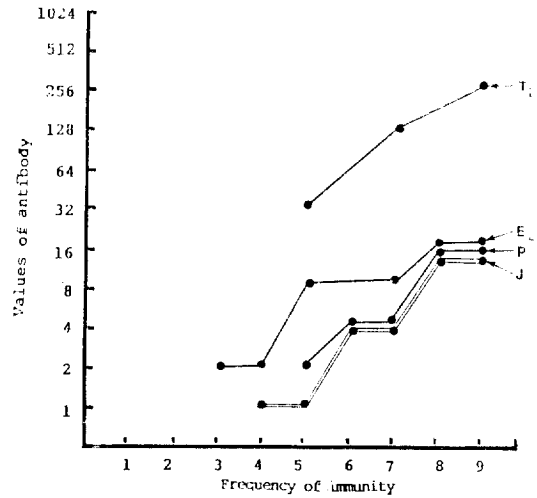


Fig. 2. Variation of agglutinins.

免疫 1주후 溶血素價는 128倍로 나타났으며 4次 免疫 1주후에는 256倍까지 상승하였고 그 이후부터는 변동없이 지속되었다(Fig 1). 한편 凝集素는 生成되지 않았다.

生産 抗體價를 확인 同定하기 위해 실험마 赤血球와 No. 5 免疫血清間의 溶血 및 凝集反應을 檢査한 결과 溶血反應에 陽性을 나타낸 赤血球는 血液型 S를 갖고 있음이 확인 同定되었다.

No. 6 : 실험마 No. 112를 供血馬로 하고 실험마 No. 116을 受血馬로 組合하였으며 受血馬에는 없고 供血馬에 있는 血液型은 H이며 免疫에 의하여 H의 抗體生産이 예상되었다(Table 2 및 4).

注射前의 溶血素 및 凝集素는 陰性이었고 100ml로 2次 免疫한 1주후에 溶血素가 나타났으며 그 溶血素價는 16倍였다. 그후 점진적인 상승추세를 보여 6次 免疫 1주후에는 128倍의 抗體價를 나타냈으나 그 이후에는 변동이 없었다(Fig 3).

한편 凝集素價는 4次 免疫 1주후부터 8倍로 나타나기 시작하여 6次 免疫 1주후에는 64倍로 상승하였으며 최종면역 1주후에는 256倍의 抗體價를 나타냈다(Fig 4). 生産抗體를 확인 同定하기 위해 실험마 赤血球와 No. 6 免疫血清間의 溶血 및 凝集反應을 檢査한 결과 兩反應에 陽性을 나타낸 赤血球는 血液型 H를 갖고 있음이 확인 同定되었다.

No. 7 : 실험마 No. 113을 供血馬로 하고 실험마 No. 105를 受血馬로 組合하였으며 受血馬에는 없고 供血馬에 있는 血液型은 T₁이며 免疫에 의하여 T₁의 抗體生産이 예상되었다(Table 2 및 4).

注射前의 溶血素 및 凝集素는 陰性이었고 100ml로

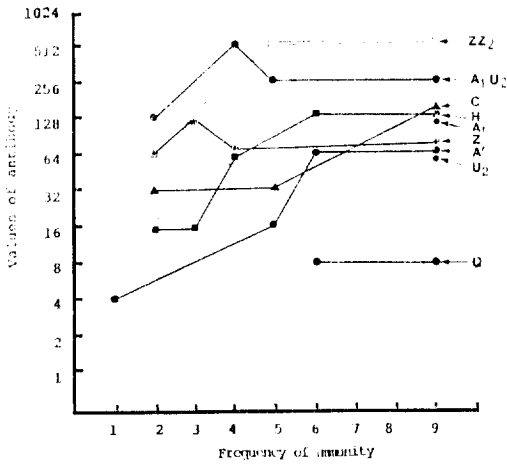


Fig. 3. Variation of hemolysins.

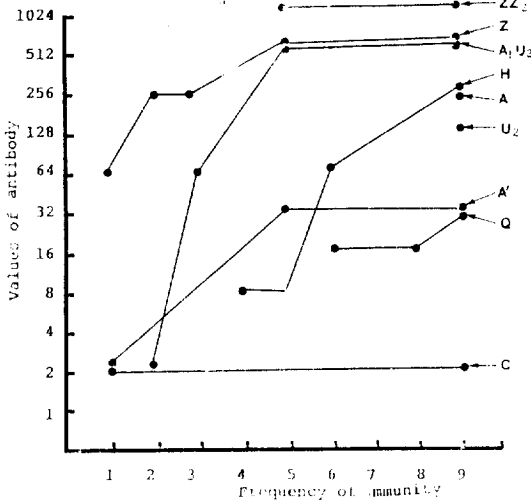


Fig. 4. Variation of agglutinins.

5次免疫한 1주후부터 凝集素價가 나타났으며 그 力價는 32倍였다. 그후 상승추세를 보여 7次免疫 1주후에는 128倍로 상승하였으며 최종면역후에는 256倍의 抗體價를 나타냈다(Fig 2). 한편 溶血素는 인정되지 않았다.

生産抗體를 확인 同定하기 위해 실험마 赤血球와 No.7 免疫血清間의 凝集反應을 검사한 결과 凝集反應에 陽性을 나타낸 赤血球는 血液型 T₁을 갖고 있음이 확인 同定되었다.

No.8: 실험마 No.7을 供血馬로 하고 실험마 No.8을 受血馬로 組合하였으며 受血馬에는 없고 供血馬에 있는 血液型은 Q이며 免疫에 의하여 Q의 抗體生産이 예상되었다(Table 2 및 4).

注射前의 溶血素 및 凝集素는 陰性이었고 100ml 6次 免疫 1주후에 溶血素價가 8倍로 나타났으며 그 이후의 변동은 없었다(Fig 3). 한편 凝集素價는 6次免疫 1주후에 16倍로 나타났으며 그 이후 약간 상승하여 최종면역후엔 32倍로 상승하였다(Fig 4).

生産抗體를 확인 同定하기 위해 실험마 赤血球와 No.8 免疫血清間의 溶血 凝集反應을 검사한 결과 兩反應에 陽性을 나타낸 赤血球는 血液型 Q를 갖고 있음이 확인 同定되었다.

No.9: 실험마 No.10을 供血馬로 하고 실험마 No.14를 受血馬로 組合하였으며 受血馬에는 없고 供血馬에 있는 血液型은 R이며 免疫에 의하여 R의 抗體生産이 예상되었다(Table 3 및 5).

注射前의 溶血素 및 凝集素는 陰性이었고 200ml로 4次 免疫한 1주후의 溶血素價가 64倍로 나타났고 6次 免疫 1주후에는 1,024倍까지 상승하였으며 그후에는 변동이 없었다(Fig 1). 한편 凝集素는 인정되지 않았다.

生産抗體를 확인 同定하기 위하여 실험마 赤血球와 No.9 免疫血清間의 溶血反應을 검사한 결과 溶血反應에 陽性을 나타낸 赤血球는 血液型 R을 갖고 있음이 확인 同定되었다.

No.10: 실험마 No.13을 供血馬로 하고 실험마 No.7을 受血馬로 組合하였으며 受血馬에는 없고 供血馬에 있는 血液型은 K이며 免疫에 의하여 K의 抗體生産이 예상되었다(Table 3 및 5).

注射前의 용혈소 및 응집소는 음성이었고 200ml로 1차면역한 1주후에 溶血素價가 64倍로 나타났으며 2次 免疫 1주후에는 512倍로 4次 免疫 1주후에는 1,024倍까지 상승하였고 그후에는 變動이 없었다(Fig. 1). 한편 凝集素는 인정되지 않았다.

生産抗體를 확인 同定하기 위하여 실험마 赤血球와 No.10 免疫血清間의 溶血反應을 檢査한 결과 溶血反應에 陽性을 나타낸 赤血球는 血液型 K를 갖고 있음이 확인 同定되었다.

No.11: 실험마 No.138을 供血馬로 하고 실험마 No.140을 受血馬로 組合하였으며 受血馬에는 없고 供血馬에 있는 血液型은 E₂와 C이며 免疫에 의해 E₂와 C의 抗體生産이 예상되었다(Table 3 및 5).

注射前의 溶血素 및 凝集素는 陰性이었고 200 ml로 3次 免疫한 1주후부터 凝集素가 나타나기 시작하여 5次 免疫 1주후에 8倍로 인정되었고 8次 免疫 1주후에는 16倍로 상승하여 그후 변동은 인정되지 않았다(Fig. 2). 한편 溶血素는 인정되지 않았다.

生産抗體를 확인 同定하기 위하여 실험마 赤血球와 No.11 免疫血清間의 凝集反應을 검사한 결과 凝集反應

에 陽性을 나타낸 赤血球는 血液型 E₂를 갖고 있음이 확인 同定되었다. 血液型 C에 對한 抗體는 生産되지 않았다(Fig 2).

No. 12. 실험마 No. 11을 供血馬로 하고 실험마 No. 135를 受血馬로 組合하였으며 受血馬에는 없고 供血馬에 있는 血液型은 X와 N₁이며 免疫에 의해 X와 N₁의 抗體生産이 예상되었다(Table 3 및 5).

注射前의 溶血素 및 凝集素는 陰性이었고 200 ml로 4次免疫한 1주후의 溶血素價는 64배이었고 5次免疫 1주후에는 128배였으며 7次免疫 1주후에는 256배로 상승하였고 그후에는 변동이 없었다(Fig 1). 한편 凝集素는 인정되지 않았다.

生産抗體를 확인 同定하기 위하여 실험마 赤血球와 No. 12 免疫血清間의 溶血反應을 검사한 결과 溶血反應에 陽性을 나타낸 赤血球는 血液型 X와 N₁을 保有하고 있었으며 各各 吸收操作하여 單一抗體를 만들었다. 즉 N₁ 吸收操作은 실험마 No. 132를 이용했으며 X의 吸收操作에는 실험마 No. 106을 이용하였고 그때의 吸收結果 單一化된 X 抗體의 溶血素價는 128배였고 N₁ 抗體의 溶血素價는 64배이었다(Fig 1).

No. 13 : 실험마 No. 64를 供血馬로 하고 실험마 No. 8을 受血馬로 組合하였으며 受血馬에는 없고 供血馬에 있는 血液型은 Z이며 免疫에 의해 Z의 抗體生産이 예상되었다(Table 3 및 5).

주사전의 溶血素 및 凝集素는 陰性이었고 200 ml로 1次免疫한 1주후에 凝集素價는 64배이었고 2次免疫 1주후에 256배로 상승하였으며 5次免疫 1주후에는 512배로 상승하였다(Fig 4).

한편 溶血素價는 2次免疫 1주후에 64배였으며 3次免疫 1주후에는 128배로 상승하였으나 4次免疫 1주후에는 다시 64배로 떨어졌고 그후에는 변동이 없었다(Fig 3).

生産抗體를 확인 同定하기 위하여 실험마 赤血球와 No. 13 免疫血清間의 溶血 및 凝集反應을 검사한 결과 兩反應에 陽性을 나타낸 赤血球는 血液型 Z를 保有하고 있었음이 확인 同定되었다.

No. 14 : 실험마 No. 133을 供血馬로 하고 실험마 No. 144를 受血馬로 組合하였으며 受血馬에는 없고 供血馬에 있는 血液型은 U₂이며 免疫에 의해 U₂의 抗體生産이 예상되었다(Table 3 및 5).

注射前의 溶血素 및 凝集素는 陰性이었고 200 ml로 5次免疫한 1주후에 溶血素價는 32배 확인되었으며 7次免疫 1주후에는 256배로 상승하였고 그후에는 변동이 없었다(Fig 1). 한편 凝集素價는 인정되지 않았다(Fig 2).

生産된 抗體를 확인 同定하기 위하여 실험마 赤血球와 No. 14 免疫血清間의 溶血反應을 검사한 결과 陽性을 나타낸 赤血球는 血液型 Z를 保有하고 있었음이 확인 同定되었다.

No. 15 : 실험마 No. 135를 供血馬로 하고 실험마 No. 134를 受血馬로 組合하였으며 受血馬에는 없고 供血馬에 있는 血液型은 P₁이며 免疫에 의해 P₁의 抗體生産이 예상되었다(Table 3 및 5).

注射前의 溶血素 및 凝集素는 陰性이었다. 200ml로 5次免疫한 1주후에 凝集素價는 2배로 확인되었으며 6次免疫 1주후에 4배로 상승하였고 8次免疫 1주후에는 16배로 상승하였고 그후에는 변동이 없었다(Fig 2). 한편 溶血素價는 확인되지 않았다(Fig 1).

生産된 抗體를 확인 同定하기 위하여 실험마 赤血球와 No. 15 免疫血清間의 凝集反應을 검사한 결과 陽性을 나타낸 赤血球는 血液型 P₁을 保有하고 있었음이 확인 同定되었다.

No. 16 : 실험마 N. 133을 供血馬로 하고 실험마 No. 146을 受血馬로 組合하였으며 受血馬에는 없고 供血馬에 있는 血液型은 J와 P₁이며 免疫에 의해 J와 P₁의 抗體生産이 예상되었다(Table 3 및 5).

注射前의 溶血素 및 凝集素는 陰性이었고 200ml로 4次免疫한 1주후에 凝集素價는 1배를 나타냈고 6次免疫 1주후에 4배로 상승하였으며 8次免疫 1주후에는 16배로 상승하였으나 그후에는 변동이 없었다(Fig 2).

한편 溶血素價는 확인되지 않았다(Fig 1).

生産된 抗體를 확인 同定하기 위하여 실험마 赤血球와 No. 16 免疫血清間의 凝集反應을 검사한 결과 陽性을 나타낸 赤血球는 血液型 J를 保有하고 있었음이 확인 同定되었다.

考 察

말의 血液型에 관한 研究는 Klein²이 自然同種凝集素에 대해 報告한후부터 많은 研究者에 의해서 이루어졌으나 모두가 自然同種凝集素에 대한 領域을 벗어나지 못했으며 1950年代 이전의 말 血液型에 관한 研究는 歷史的意義가 있을 뿐이라고 말하고 있다.^{4,8,9,18}

오늘날 말 血液型 研究의 發展은 Podliachouk³가 말 血液型 A, F, J₁, C, D, E 및 H와 당나귀 血液型 B, M 및 N 등 10종을 報告하였고 이어서 Podliachouk⁴는 Hess-elholt와 共同研究로 말 血液型 G, I 및 K와 또 Schmid¹⁹가 分離한 J₂를 添加하여 現在 18종 즉 A₁, C, D₁, D₂, E, F, G, H, H₂, I, J₁, J₂, K, O, Fr₁, Fr₃, Fr₄, 및 Fr₅의 血液型을 分類하였으며 이들 血液型은 8座位에 存在한다고 說明하였다.

한편 Stormont와 Suzuki는 血液型 T를 T₁과 T₂로 그리고 U를 U₁과 U₂ 2종으로 分類하였고 同時に 새로운 血液型 Z, Z₂ 및 X를 添加하여 合計 21종의 血液型으로 分類하였다. Stormont 등의 分類와 命名에 따른 말의 血液型에 관한 研究는 Watanabe,²¹ Watanabe와 Noda¹⁵ 및 Noda의 Watanabe^{22,23}에 의해서도 報告되고 있다. 일본에서 말의 血液型에 관한 研究, 特히 同種 免疫 血清에 의한 分類는 Nomura²⁴가 처음으로 시도 하였으며 血液型을 A, B, AB 및 O型的 4종으로 分類하였다.

Matsumoto와 Watanabe¹²는 7頭의 말 血液를 利用해서 交叉免疫을 實施하여 9종의 同種 凝集素를 分類하였다.

異種免疫 血清에 의한 馬 血液型 分類는 Yamaguchi²⁵ Matsumoto¹¹ 및 Hosoda²⁶ 등에 의해 이루어졌으며 Yamaguchi²⁵ 및 Hosoda²⁶의 分類法은 現在에도 계승되어 pf₁, pf₂, pf₃, U₁ 및 U₃의 命名으로 사용되고 있다. Hosoda 등^{25,26}은 初生子 黃疸症 雌馬 血清中的 同氏의 Coombs³¹ 試驗變法에 의해 檢出한 非定型抗體를 H₁, H₂ 및 H₃의 3型으로 分類하고 血液型 分類에 應用하고 있다.

그후 Watanabe와 Noda¹⁵는 말 同種免疫에 의해 국제기준에 의한 말 血液型을 분류하였다. 이들 抗血清 중 어떤 것은 凝集素로서 또 어떤 것은 溶血素로서 作用하였다. 溶血反應에서 토끼 補體를 사용하였는데 이 보체는 사용전에 異種溶血素를 除去하기 위해 말 赤血球로 吸收시켰다. 血液型의 抗體生産力에 對해서는 Schmid²⁰가 血液型 A₁에 대해 강한 抗原성을 인정하고 있을 뿐이다.

著者 등의 免疫法, 注射量 및 回數는 Schmid의 그것과는 相異하나 免疫經過中的 抗體價의 推移와 대략적인 抗體生産力을 比較檢討하면 다음과 같다.

單一抗體 K, R, U₂ 및 S와 複合抗體 XN₁은 溶血素를 나타냈으며 K는 200ml 주사 1주후에 64배의 溶血素價를 S는 100ml 주사 2주후에 128배의 溶血素價를 나타냈고 R와 XN₁은 각각 200ml 주사 4주후에 64배의 溶血素價를 나타냈다. 또한 U₂는 200ml 주사 5주후에 32배의 溶血素價를 나타냈다. 最高力價에 달하는 免疫回數는 각각 다르며 K와 S는 4次免疫 후에 R는 6次免疫 후에 U₂와 XN₁은 7次免疫 후에 最高價에 달하였고 K와 R이 力價 102배로 U₂, S 및 XN₁의 力價 256배보다 높았다. 複合抗體 XN₁은 單一抗體 X와 N₁으로 각각 吸收操作한 결과 X가 力價 128배로 N₁ 力價 64배보다 높았다.

抗體 T₁, E₂, P₁, J는 凝集素만을 나타냈고 E₂는 200

ml 3次주입 1주후에 2배를 J는 200ml 4次주입 1주후에 1배의 凝集素價를 나타냈고 T₁과 P₁은 100ml와 200ml로써 각각 5次주입 1주후에 32배와 2배의 凝集素價 상승을 나타냈다. 最高力價에 달하는 免疫回數는 E₂, P₁, J는 8次免疫 후에 T₁은 9次免疫 후에 最高力價에 달하였으며 T₁이 256배로 높았고 다음으로 E₂, P₁, J는 同一凝集素價인 16배를 나타냈다.

抗體 ZZ₂, A₁, U₂, C, H, Z, A', Q는 溶血素와 凝集素를 同時に 인정하였으며 溶血素價에 있어서 A'는 100ml 1차주사 1주후에 4배로 H와 ZZ₂는 100ml 2차주사 1주후에 C는 100ml 2차주사 1주후에 Z는 200ml 2차주사 1주후에 A₁, U₂는 100ml 2차주사 1주후에 각각 16배, 32배, 64배, 128배를 Q는 100ml 6차주사 1주후에 8배의 溶血素價를 나타냈다. 最高力價에 이르는 免疫回數는 Z가 4次免疫에서 A₁, U₂와 ZZ₂는 5次免疫에서 Q, A' 및 H는 6次免疫에서 C는 9次免疫에서 最高價에 달했다. 免疫終了後의 溶血素價는 ZZ₂가 512배로 最高價를 나타냈고 A₁U₂는 256배 C와 H는 128배 Z와 A'는 64배 Q는 8배의 順序로 나타났다. 複合抗體 A₁U₂는 U₂를 吸收操作하였으며 그때 單一化된 A₁의 力價는 128배로 나타났고 U₂는 64배로 力價가 떨어졌으므로 採擇하지 않았다.

凝集素價에 있어서는 抗體 C 및 A'는 100ml 1차 주사 1주후에 Z는 200ml 1차 주사 1주후에 각각 2배와 64배의 凝集素價를 나타냈고 A₁ 및 U₂는 100ml 2차 주사 1주후에 2배를 나타냈으며 H는 100ml 4차주사 1주후에 ZZ₂는 100ml 5차주사 1주후에 8배와 1,024배로 나타냈고 Q는 100ml 6차주사 1주후에 16배의 凝集素價를 나타냈다. 最高力價에 이르는 免疫回數는 C가 1次免疫에서 ZZ₂, Z, A₁U₂ 및 A'는 5次免疫에서 H 및 Q는 9次免疫에서 最高價에 달했다. 免疫終了後의 凝集素價는 ZZ₂가 1,024배로 最高價를 나타냈고 Z와 A₁U₂가 512배, H는 256배, A'와 Q는 32배 그리고 C는 2배의 順序로 나타났다. 複合抗體 A₁U₂를 각각 吸收操作한 결과 A₁은 256배로서 U₂ 128배보다 높았으므로 A₁만을 單一抗體로써 採擇하였다.

溶血素와 凝集素 兩反應에서 C와 A'는 溶血素價가 凝集素價보다 높았으며 나머지 ZZ₂, Z, A₁U₂, H 및 Q는 凝集素價가 溶血素價보다 높았으므로 C와 A'는 溶血素로써 또 ZZ₂, Z, A₁U₂, H 및 Q는 凝集素로써 認定하였다.

이상과 같이 同種免疫時의 溶血素價와 凝集素價의 推移를 觀察한 결과 溶血素價에 있어서 K와 R는 溶血素 生産力이 強하여 最高力價 1,024배를 나타냈으며 다음으로 U₂와 S가 256배, X와 C가 128배, A'와 N₁

이 64배의 順序로 溶血素價를 나타냈다.

凝集素價에 있어서는 ZZ₂가 最高值 1,024배를 나타냈고 다음으로 Z가 512배로 다음으로 높았고 T₁, H 및 A₁는 256배 Q가 32배 그리고 E₂, P₁ 및 J가 16배로 凝集素 生産力이 가장 낮았다. E₂, P₁, J의 凝集素價를 상승시키기 위해서는 長期間 많은 回數의 注射가 必要하리라 生覺되었다.

結 論

제주마 血液型分類를 위한 抗血清生産을 하고자 제주마 48頭를 選定하여 供血馬와 受血馬 16雙을 組合하였고 同種免疫으로 17종型의 抗血清 즉 A₁, A', H, Z, ZZ₂, C, J, K, P₁, Q, R, S, T₁, N₁, U₂, X 및 E₂를 生産하였으며 抗體生産과 抗體價의 推移에 대해 다음과 같은 結果를 얻었다.

1. 抗 K, R, S, N₁, U₂ 및 X는 溶血素로써 作用하였고 抗 J, P₁, T₁ 및 E₂는 凝集素로써 作用하였으며 抗 A₁, A', H, Z, ZZ₂, C 및 Q는 溶血素와 凝集素로써 作用하였다.

2. 兩反應을 나타낸 抗體中 A₁, H, Z, ZZ₂, 및 Q는 溶血素價보다 凝集素價가 더 높은 力價를 나타냈고 抗 A'와 C는 凝集素價보다 溶血素價가 더 높은 力價를 나타냈다.

3. 複合抗體 A₁U₂는 U₂를 吸收시켜 A₁으로 單一化하였으며 複合抗體 XN₁은 각각 吸收操作하여 單一抗體 X와 N₁을 生産하였다.

4. 溶血反應에서 抗 K와 R는 最高力價를 나타냈고 抗 Z와 ZZ₂는 凝集反應에서 最高力價를 나타냈다.

5. 실험마 No. 138과 No. 140 그리고 시험마 No. 133과 No. 146免疫에서 複合抗體 CE₂와 JP₁生産이 예상되었지만 抗 E₂와 抗 J만이 각각 生産되었다.

6. 抗體價上昇은 血液型에 따라 또는 供血馬와 受血馬組合에 따라 다르며 빨리 上昇하는型과 늦게 上昇하는型 그리고 전혀 上昇치 않는型 등이 인정되었다.

謝辭: 제주마의 採血, 血液型判定, 抗體價測定을 위하여 每週 제주도를 航空便으로 往復하면서 研究에 協助해준 本大學 玄海成助教에게 深甚한 謝意를 表하는 바이다.

參 考 文 獻

1. Landsteiner K. *Wien Klin woch* 1901;14:1132~1134 (日本犯罪學雜誌 1942;16:574~582 引用).
2. Klein A. *Wien Klin Woch* 1902; 16:413~418 (日本犯罪雜誌 1942;16:574~5825 引用).
3. Podliachouk L. These. doct. es-sci., paris 1957

[Podliachouk, L. Proc. 9th Eur' Cont, anim, blood groups, praque cychoslvak. acad, sci 1965: 229]

4. Podliachouk L. Proc. 9th Eur Conf Anim blood groups. 1965;229~235 Praque: *Cychoslvak Acad Sci* 1965;229~235.
5. Podliachouk L. Proc. 11th Eur Conf Anim blood groups d Biochemical polymorphism, Warsaw: Polish scientific publishers 1968;443.
6. Franks D. The red cell antigens of the horse. II. antigens difined by Immune isoantibodies *J comp path* 1959;69:353~366.
7. Franks D. Horse blood groups and Hemolytic disease of the newborn foal. *Ann NY Acad Sci* 1962;97:235~250.
8. Stormont C, Suzuki Y. Genetic systems of blood groups n horses. *genetics* 1964; 50:915~929.
9. Stormont C, Suzuki Y, Rhode A. Serology of horse blood groups. *Cornell Vet* 1964;54:439~452.
10. Stormont C, Suzuki Y, Rendel J. Proc 9th Eur, Conf Anim blood groups. praque: *Cychoslvak Acad Sci* 1965;221~228.
11. 松本久喜. 馬匹赤血球型의 性質. 遺傳學雜誌 1942; 18:74~79.
12. 松本久喜 渡邊裕. 交叉免疫による馬血液型とその遺傳. 日畜會報 1953;24:25~31.
13. Hesselholt M. Studies on Blood and serum types of the Icelandic horses. *Acta Vet Scand* 1966; 7:206~225.
14. Podliachouk L, Hesselholt M. Les groups sanguins des equides. Les serum de reference, *The Immunogenetic Letter* 1962;27:69~91.
15. 渡邊裕 野田(松本)寬. 馬の血液型標準血清의 作製 日畜學會報 1971;41:649~653.
16. 日本在來家畜調査團報告 1970;4:63.
17. 阿部恒夫. 家畜の血液型とその應用. 東京養賢堂 1971. 70.
18. Dabczewski ZS. The Hereditary blood properties in horses. *Ir Vet J* 1965;19:183~189.
19. Schmid DOZ. Immun, forsch, 1964;123~466 (Podliachouk, L Proc, 9th Eur, Conf Anim Blood groups, Praque: *Cychoslvak Acad Sci* 1965;229).
20. Schmid DO. Proc. 9th Eur, Conf Anim blood groups praque: *Cychoslvak Acad Sci* 1965;237~

243.

21. 渡邊裕, 高木亮司, stormont, C Suzuki, Y. 畜産の研究 1969;23:102.
22. 野田寛 渡邊裕. 第36回 日本獸醫畜産學會報告. 1971:8.
23. 野田寛, 渡邊裕. 北海道大學農學部附屬牧場報告 1972; 6:20.
24. 野村俊綱. 日本獸醫學會口演 1942 細田達雄犯罪學雜誌 1942; 16:578.
25. 山口克己. 免疫抗體によつて證明せられ馬の新血液型 U_1U_2 に就て. 犯罪學雜誌 1941; 15:341~346.
26. 細田達雄. 馬の血液型に關する研究. 第1報 同種血球凝集素並に免疫凝集素による分類. 附馬の血清型. 犯罪學雜誌 1942; 16:574~582.
27. 細田達雄. 家畜における血液型とその應用. 日獸會誌 1967; 20:93~97.
28. 細田達雄, 茂木一重, 金子忠恒, 渡邊誠喜. 家畜の初生兒黃疸に關する血清學的研究. I. 馬血球凝集原および溶血原と初生兒黃疸との關係ならびに非定型抗體の存在について. 農技研報告 1958; 16:75~80.
29. 細田達雄, 茂木一重, 金子忠恒. 家畜の初生兒黃疸に關する血清學的研究. II. 非定型抗體による新抗原 H_1, H_2, H_3 の分類について. 農技研究報告 1958; 16:81~85.
30. 細田達雄, 茂木一重, 金子忠恒, 阿部恒夫. 家畜の初生兒黃疸に關する研究. IV. 馬における非定型抗體の生成と消失. 農技研究報告 1958;18:223~228.
31. Coombs RRA, Crowhurst RC, Ray FF, et al. Haemolytic disease of newborn foals due to isoimmunization of Pregnancy. *J. Hyg Camb* 1948;46:403~418.