

家畜の血清 Cholinesterase に関する臨床学的研究

VII. 著者らの検出法による家畜の血清 Cholinesterase 正常 Zymogram の定量的検討

森園 充・大前清武

(家畜内科学研究室)

昭和54年8月20日 受理

Clinical Studies on Serum-Cholinesterase in Domestic Animals

VII. The Measurement of The Zymogram of Serum-Cholinesterase Isoenzyme in Normal Domestic Animals by the Authors' Detecting Method

Mitsuru MORIZONO and Kiyotake ŌMAE

(Laboratory of Veterinary Medicine)

緒 言

著者ら¹⁸⁾は第 V 報で家畜別の S-ChE 活性値新測定法に基づいてウマ, ウシ, ブタについて, さらに, 第 III 報¹⁷⁾では, イヌについて S-ChE 正常活性値の検討を行なった。しかし, S-ChE の臨床的意義をより高めるためには正常活性値のみならず, isoenzyme level における家畜の S-ChE 正常 zymogram が必要である。人医領域においては, S-ChE 活性値の臨床的意義が確立^{8,13,28,29,30)}しており, それに伴ない S-ChE isoenzyme の定量的正常 zymogram の検討が行なわれ^{2,8,14,25)}, 病的状態での変動も報告^{3,4,27)}されている。

一方, 獣医領域における家畜の S-ChE isoenzyme の検討を行なった報告を畜種別に整理するとその数は極めて少ない。猪八重¹⁵⁾はウマ, イヌ, ウシ, ブタについて, 鶴田¹⁹⁾はイヌについて, Chiu ら¹⁾と Oki²³⁾²⁴⁾らはウマについて, それぞれ S-ChE isoenzyme の定量的正常 zymogram の検討を行ない, また Ecobichon ら⁵⁾は11種の哺乳動物について至適基質を検討し, 家畜の S-ChE isoenzyme を検出している。しかし, それ以外の報告^{7,9,10,11,21,26)}では必ずしも臨床への応用を意図して S-ChE isoenzyme の正常 zymogram の検討を行なったものではない。しかも定量的正常 zymogram の検討を行なった報告例においても, 人の検出法をそのまま一律に家畜に適用したものであるから, 厳密には家畜の S-ChE isoenzyme の正

常 zymogram の真の姿を表現しているものとはいえない。

著者ら¹⁸⁾は, 第 IV 報において家畜別の至適基質を thiocholine 法に導入して家畜別の S-ChE isoenzyme の定量的検出法を改良した。しかし本法による家畜の S-ChE isoenzyme の正常 zymogram についての検討は行っていない。そこで, 著者らは本法によりウマ, イヌ, ウシ, ブタの4種の家畜に実際に応用し, S-ChE isoenzyme の正常 zymogram の定量的検討を行なった。

材料と方法

1. 実験動物

実験に使用した畜種は, ウマ, ウシ, イヌ, ブタの4種で, ウマは中央競馬会栗東トレーニングセンターの競走馬89検体である。品種はサラブレッド, 年令は3~8才である。ウシは, 鹿児島市食肉センターにおける屠殺牛70検体である。品種は黒毛和種, 年令は不明であるがいずれも adult と思われる。

イヌは, 本学医学部附属実験動物施設飼養中の雑種(年令不詳)39検体を使用した。ブタは, 鹿児島市食肉センターにおける屠殺豚66検体である。

2. 採血および血清分離

イヌについては, 真空採血管を用い頸静脈より採取したが, 他の家畜については第 V 報¹⁸⁾に準じて行なった。

3. S-ChE isoenzyme の検出法

polyacrylamide ゲルを支持体とする disc 電気泳動法で血清蛋白の分離を行なった。

泳動後ゲルを2等分し、1つを S-ChE isoenzyme 染色に、他の1つを蛋白染色に供試した。isoenzyme の蛋白の分画は densitometer で測定した。

[A] Disc 電気泳動法

(1) 試薬: polyacrylamide ゲル作製用試薬および電気泳動用緩衝液の調製は, Per Juul¹²⁾ の方法に従った。

(2) ゲル作製法: ゲル作製法は, Ornstein, Davis の原法に基づく中村²²⁾ の方法を一部修正して用いた。すなわち, 試料ゲルについてはウマ, イヌで 8 μ l, ブタ, ウシで 100 μ l とし, その血清を直接 column 内に注入し, その後ウマ, イヌについては原法どおりの試料ゲル溶液を加え, column を静かに転倒して血清とゲル溶液を混合する。ブタ, ウシでは, 試料ゲル溶液に sucrose を加えずにゲル作製を行なった。

(3) 通電: 電気泳動槽はエムエス機器 K.K のものを, 定電圧, 定電流装置は東洋製作所のもを使用した。通電条件は column 1 本あたり 3 mA の定電流で行なったが, 泳動時間については, Albumin の易動度を知るために 1.7 時間とした。

(4) ゲル切開法: ゲルの縦割 2 分は, 著者ら²⁰⁾ の方法により行なった。

[B] ゲル蛋白染色法

ゲルの蛋白染色は, 4% の aniline blue 溶液により行なった。

[C] ゲルの S-ChE isoenzyme 染色法

S-ChE isoenzyme の染色は, Per Juul¹²⁾ の変法に従ったが, 基質については, 森園・椛¹⁸⁾ の方法に従い, ウマ, イヌでは濃度 5×10^{-3} M/l の propionylthiocholine (PTC), ウシでは, 濃度 1×10^{-3} M/l の acetylthiocholine (ATC), ブタでは濃度 3×10^{-3} M/l の ATC を使用し, incubation 時間についてはウマ, イヌでは 1.5 時間, ウシ, ブタでは 4 時間で行なった。以下の操作は, Per Juul¹²⁾ の原法通りである。

[D] デンシトメトリー

蛋白染色および S-ChE isoenzyme 染色を行なったゲルは densitometer により各分画の濃度を記録した。本実験に使用した densitometer は明日香工業製の Ozumor-82 型自記濃度計である。測定時の条件は Slit 幅 0.2 mm, Slit の長さ 4 mm, filter は No. 61 (610 nm), 試料送り速度は 40 mm/min である。測定するゲルは 7% 酢酸を満たした液槽に入れ, 染色されない透明なゲルの部分を blank として測定を行なった。densi-

tometry 後, 各分画の濃度とパターンが記録されている記録紙より, S-ChE の各 isoenzyme 分画の活性比と易動度を計算した。活性比は総濃度に対する百分率で求め, 易動度は, albumin の易動度を 100 とした時の各 isoenzyme 分画の相対易動度で示した。そして各 isoenzyme 分画は易動度の大きい順に C₁, C₂, C₃ と呼び, さらに畜種別を表示するためウマで H, イヌでは D, ウシでは C, ブタでは P をそれぞれ C の前に附記した。

結 果

1. ウマ

ウマ 89 検体の S-ChE isoenzyme については Table 1. に示す通りである。すなわち, 6 種の isoenzyme

Table 1. Mobilities of serum cholinesterase isoenzymes in horses

Isoenzyme	No. of isoenzyme	X	SE
HC ₁	89	47.2	0.2
HC ₂	53	41.8	0.2
HC ₃	59	30.5	0.2
HC ₄	89	26.7	0.2
HC ₅	89	16.3	0.1
HC _{6,7}	89	8.9	0.2

X: mean value SE: standard error

の分画が得られ, 易動度の速い順に HC₁, HC₂, HC₃, HC₄, HC₅, HC_{6,7} と呼んだ。HC_{6,7} については, 第 IV 報¹⁸⁾ において, 泳動時間を 2~2.5 時間と長くすることによって, はっきりと HC₆, HC₇ を分離し得たが, 本実験では albumin の易動度を 100 とした場合の各 isoenzyme 分画の相対易動度を求めるために泳動時間を 1.7 時間に短縮したため, HC₆ と HC₇ の明瞭な分離が得られず, 本実験においては, これら 2 つの isoenzyme を 1 つにし, HC_{6,7} として易動度, 活性比を測定した。

各分画の発現パターンは, Figs. 1, 2 に示すように 4 つの Type に分けられた。すなわち, 4 本の分画からなる Type I, 5 本の分画からなる Type II, および Type III, 6 本の分画からなる Type IV の 4 つで, 出現頻度は, Type IV が 39.3% で最も多い。

各 Type においてその活性比を検討したものを Table 2 に示すが, Type I においては HC_{6,7} が総活性値の半分以上を占め, 次いで HC₁, HC₄, HC₅ の順となっている。Type II においては HC₂ の出現により, HC₁ の活性比がほぼ HC₂ の活性比に等しい割合

Table 2. Percentage activities in the various types of serum cholinesterase isoenzymes in horses

Type	No. animals	Isoenzyme					
		HC ₁	HC ₂	HC ₃	HC ₄	HC ₅	HC _{6,7}
Type I C ₁ -C ₄ -C ₅ -C _{6,7}	12	*32.0±2.7			9.8±0.8	7.1±0.6	51.4±3.6
Type II C ₁ -C ₂ -C ₄ -C ₅ -C _{6,7}	18	20.8±1.3	11.5±1.3		10.6±1.3	6.4±0.6	51.2±3.2
Type III C ₁ -C ₃ -C ₄ -C ₅ -C _{6,7}	24	35.6±1.4		3.0±0.3	10.4±0.7	6.7±0.4	43.7±1.9
Type IV C ₁ -C ₂ -C ₃ -C ₄ -C ₅ -C _{6,7}	35	24.3±1.2	10.5±0.9	3.5±0.2	10.6±0.7	7.2±0.4	43.6±2.1

* Mean±standard error

Type	Origin	No. animals	incidence(%)
Type I HC ₁ -HC ₄ -HC ₅ -HC _{6,7}		12	13.5
Type II HC ₁ -HC ₂ -HC ₄ -HC ₅ -HC _{6,7}		18	20.2
Type III HC ₁ -HC ₃ -HC ₄ -HC ₅ -HC _{6,7}		24	27.0
Type IV HC ₁ -HC ₂ -HC ₃ -HC ₄ -HC ₅ -HC _{6,7}		35	39.3

Fig. 1. Diagrammatic representation of serum cholinesterase isoenzymes in various types of horses and incidence(%) of individual type.

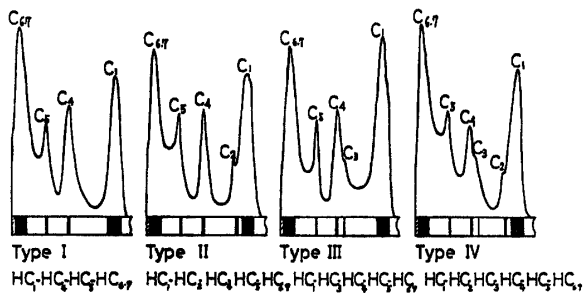


Fig. 2. Diagrammatic representation of the electrophoretic patterns of serum cholinesterase in various types of horses.

に減少している。その他の HC₄, HC₅, HC_{6,7} についてはほとんど Type I に等しい。Type III においては、HC₃ の出現により、HC_{6,7} の活性比がほぼ HC₃ の活性比に等しい割合に減少している。HC₁, HC₄, HC₅ については Type I とほとんど活性比は等しい。Type IV においては HC₂, HC₃ の出現により、HC₁, HC_{6,7} の活性比が減少している。総体的に見ると最も高い活性比を有する isoenzyme 分画は HC_{6,7} で、次に HC₁, そして HC₂ と HC₄ がほぼ等しい活性比を有し、次いで HC₅, HC₃ となっている。

2. ウシ

ウシ65検体の S-ChE isoenzyme については Table 3 に示す通りである。すなわち3種の isoenzyme の分画が得られ、易動度の速い順に CC₁, CC₂, CC₃ と呼称

Table 3. Mobilities of serum cholinesterase isoenzymes in cattle

Isoenzyme	No. of isoenzyme	X	SE
CC ₁	65	37.2	0.3
CC ₂	middle type	34	17.0
	fast type	7	22.7
	slow type	24	14.0
CC ₃	65	1.9	0.1

X: mean value SE: standard error

する。CC₂ については易動度の違いにより fast type, middle type, slow type の3種に分類した。そのため Figs. 3, 4 に示すように CC₁ 分画と CC₃ 分画はすべ

Type	Origin	No. animals	incidence(%)
Type I CC ₁ -CC ₂ (middle)-CC ₃		34	52.3
Type II CC ₁ -CC ₂ (fast)-CC ₃		7	10.8
Type III CC ₁ -CC ₂ (slow)-CC ₃		24	36.9

Fig. 3. Diagrammatic representation of serum cholinesterase isoenzymes in various types of cattle and incidence(%) of individual type.

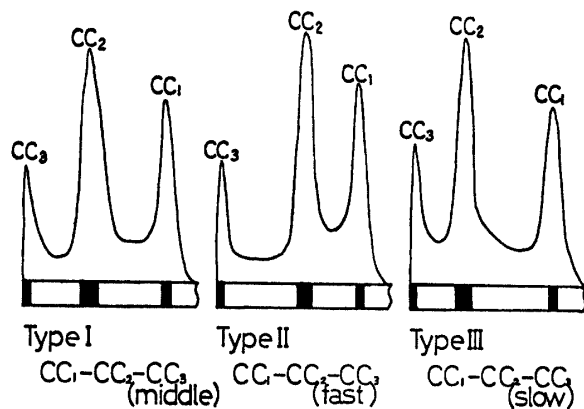


Fig. 4. Diagrammatic representation of the electrophoretic patterns of serum cholinesterase in various types of cattle.

Table 4. Percentage activities in the various types of serum cholinesterase isoenzymes in cattle

Type	No. animals	CC ₁	CC ₂			CC ₃
			CC ₂ (fast)	CC ₂ (middle)	CC ₂ (slow)	
Type I CC ₁ -CC ₂ -CC ₃	34	*34.3±2.3		54.1±2.1		11.3±11.1
Type II CC ₁ -CC(f) ₂ -CC ₃	7	37.3±4.9	54.7±4.9			9.4±1.2
Type III CC ₁ -CC(s) ₃ -CC ₃	24	36.1±2.6			54.9±2.8	10.4±1.1

* mean±standard error

での検体で見られたので CC₂ 分画の種類によって CC₁, CC₂ middle type, CC₃ の見られるものを Type I, CC₁, CC₂, fast type, CC₃ の見られるものを Type II, CC₁, CC₂ slow type, CC₃ の見られるものを Type III の3つの Type に分類した。出現頻度は Type I が 52.3% で最も多い。各 Type の活性比を検討したものを Table 4 に示すが各 Type とも CC₂ が総活性の半分以上を占め、次いで CC₁, CC₃ の順となっているが、それぞれの分画の活性比は Type の違いに関係なく、近似の値となっている。

3. イヌ

イヌ39検体の S-ChE isoenzyme については Table 5 に示すように、6種の isoenzyme の分画が得られ、

Table 5. Mobilities of serum cholinesterase isoenzyme in dogs

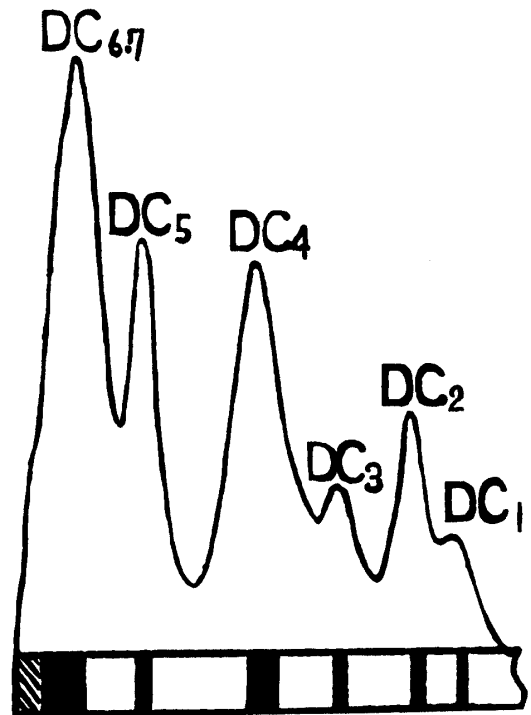
Isoenzyme	No. of isoenzyme	X	SE
DC ₁	39	59.2	0.4
DC ₂	39	52.9	0.3
DC ₃	39	41.8	0.4
DC ₄	39	31.1	0.4
DC ₅	39	16.3	0.3
DC _{6,7}	39	8.8	0.2

X: mean value SE: standard error

易動度の速い順に DC₁, DC₂, DC₃, DC₄, DC₅, DC_{6,7} と呼称する。DC₆ と DC₇ を1つの isoenzyme 分画としたのは上記のウマの場合と同じ理由による。各分画の発現パターンは、Figs. 5, 6 に示すように全検体を通じてすべての分画が見られ、単一の Type に分類した。各分画の易動度を性差について検討したものを Table 6 に示すが、各分画とも易動度は早がるより速い傾向が見られた。各分画の活性比について性差により検討したものを Table 7 に示すが、♂, ♀とも最も高い活性比を占める分画は DC_{6,7} で以下 DC₄, DC₂, DC₅, DC₃,



Fig. 5. Diagrammatic representation of serum cholinesterase isoenzyme in dogs.



DC₁ - DC₂ DC₃ DC₄ DC₅ DC_{6,7}

Fig. 6. Diagrammatic representation of the electrophoretic patterns of serum cholinesterase in dogs.

DC₁ となっており、またそれぞれの活性比に性差は認められなかった。

4. ブタ

ブタ66検体の S-ChE isoenzyme については Table 8 に示すとおりである。すなわち5種の isoenzyme の

Table 6. Mobilities of serum cholinesterase isoenzymes classified by sex in dogs

Sex	No. animals	DC ₁	DC ₂	DC ₃	DC ₄	DC ₅	DC _{6,7}
male	21	*58.4±0.5	52.3±0.3	41.4±0.5	30.8±0.5	15.8±0.3	8.3±0.3
female	18	60.4±0.6	53.6±0.4	41.9±0.3	31.3±0.6	16.9±0.4	8.9±0.3
total	39	59.2±0.4	52.9±0.3	41.8±0.4	31.1±0.4	16.3±0.3	8.8±0.2

* Mean±standard error

Table 7. Percentage activities of serum cholinesterase isoenzymes classified by sex in dogs

Sex	No. animals	DC ₁	DC ₂	DC ₃	DC ₄	DC ₅	DC _{6,7}
male	20	*3.5±0.7	14.2±1.7	10.3±1.7	28.3±1.5	13.3±1.8	32.8±3.4
female	17	3.2±0.5	16.2±1.8	10.5±1.7	24.2±2.1	12.7±1.5	33.0±3.0
total	37	3.3±0.4	14.9±1.2	10.4±1.2	26.4±1.3	12.8±1.3	32.9±2.5

* Mean±standard error

Table 8. Mobilities of serum cholinesterase isoenzyme in pigs

Isoenzyme	No. of isoenzyme	X	SE
PC ₁	66	48.5	0.3
PC ₂	22	36.9	0.4
PC ₃	66	20.0	0.3
PC ₄	26	10.9	0.5
PC ₅	66	2.2	0.1

X: mean value SE: standard error

分画が得られ、易動度の速い順に PC₁, PC₂, PC₃, PC₄, PC₅, と呼称する。その分画の発現パターンを Figs. 7, 8 に示すが、3本の分画からなる Type I, 4本の分画からなる Type II, および Type III, 5本の分画からなる Type IV の4 Type に分類した。出現頻度は Type I が42.4%で最も高い。各 Type においてその活性比を検討したものを Table 9 に示すが、Type I においては PC₃ が総活性値の半分以上を占め、次いで PC₁, PC₅ の順になっている。Type II においては PC₂ の出現により PC₁ の活性比がほぼ PC₂ の活性比

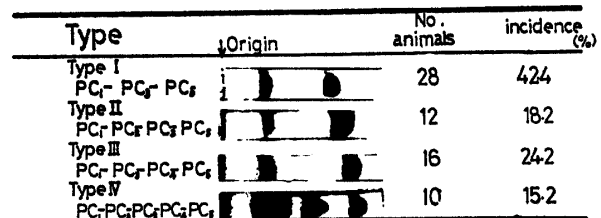


Fig. 7. Diagrammatic representation of serum cholinesterase isoenzymes in various types of pigs and incidence(%) of individual type.

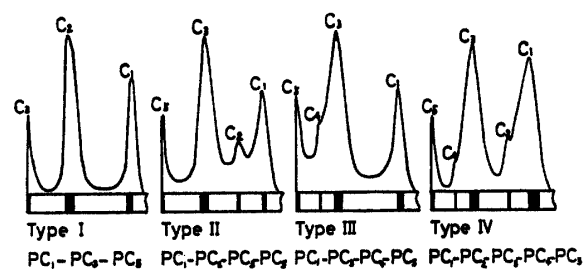


Fig. 8. Diagrammatic representation of the electrophoretic patterns of serum cholinesterase in various types of pigs.

Table 9. Percentage activities in the various types of serum cholinesterase isoenzymes in pigs

Type	No. animals	PC ₁	PC ₂	PC ₃	PC ₄	PC ₅
Type I						
C ₁ -C ₃ -C ₅	28	*37.1±1.5		53.9±2.3		13.5±0.7
Type II						
C ₁ -C ₂ -C ₃ -C ₅	12	29.1±2.7	9.6±0.7	51.2±3.7		10.1±0.8
Type III						
C ₁ -C ₃ -C ₄ -C ₅	16	35.8±1.5		44.1±2.6	8.4±1.3	11.7±1.3
Type IV						
C ₁ -C ₂ -C ₃ -C ₄ -C ₅	10	31.5±2.7	8.4±0.7	40.4±3.2	9.0±0.8	10.7±1.1

* Mean±standard error

に等しい割合に減少しているが他の PC₃, PC₅ については Type I とあまり変わらない. Type III においては PC₄ の出現により PC₃ の活性比がほぼ PC₄ の活性比に等しい割合に減少しているが PC₁, PC₅ については Type I とほぼ等しい. Type IV においては PC₂, PC₄ の出現により, PC₁, PC₃ の活性比が減少している. 総体的に見ると最も高い活性比を有する isoenzyme 分画は PC₃ で次いで PC₁, PC₅ となり, PC₂ と PC₄ はほぼ等しい活性比を有し, 最も活性比が低い.

考 察

disc 電気泳動法により, 家畜別に改良された S-ChE isoenzyme 検出法を用いた本実験において, ウマで 4~6 種, イヌで 6 種, ブタで 3~5 種, ウシで 3 種を検出し, さらにその正常 zymogram はウマで 4 Type, ウシで 3 Type, ブタで 4 Type, イヌでは単一の Type に分類された.

Ecobichon ら⁵⁾ は, デンプンゲル電気泳動法により, 酵素の基質を家畜別に検討した実験において, ウマで 3 種, イヌで 4 種, ブタで 2 種の S-ChE isoenzyme を検出し, Oki ら²³⁾ は同じデンプンゲル電気泳動法による, ウマで 4 種を検出している. これらはいずれも thiocholine 法で検出しているのだから, その原理は本実験と共通しているが, 使用されている基質をみると, Ecobichon ら⁵⁾ は, ウマ, イヌに BTC, ブタについては ATC を使用し, Oki ら²³⁾ はウマに BTC を使用している. これに対して, 本実験では, ウマ, イヌに PTC, ブタ, ウシでは ATC を使用し, BTC は全く使用していない. また彼等が用いた泳動法の支持体がいずれもデンプンゲルであるのに対し, 本実験の場合は polyacrylamide を用いている. ところで, 本実験例のすべての畜種において, すぐれた検出成績を示したことは, polyacrylamide ゲルを支持体とする disc 電気泳動法の分離能の優秀性と家畜別の基質至適性によるものと考えられる. 一方本法と同じ polyacrylamide ゲルを支持体とする disc 電気泳動法による thiocholine 法にも拘らず, 猪八重¹⁵⁾ は BTC を基質として, ウマで 4 種, イヌで 4 種, ブタで 2 種, ウシで 1 種, 同じく鶴田¹⁹⁾ も BTC を基質としたイヌで, 4~5 種, Chiu らも BTC を基質として, ウマで 4 種の isoenzyme しかなかった. したがって本実験における S-ChE isoenzyme のすぐれた検出成績は, 単に polyacrylamide の分離能のためばかりでなく, 本実験での S-ChE isoenzyme 検出に使用された家畜別の基質の至適性が妥当であった事を端的に証明しているといえよう.

ウシの C₂ 分画に, 易動度の異なる slow type, middle type, fast type の 3 種が存在し, これらがいずれも近似の最大活性比を有し, また 3 種が決して重複して出現しない. そこで, ウシではこれを基本にして zymogram の Type の分類を行なったが, このような分画は他の畜種に類例がなく, ウシ特有であり, 今後検討の余地を残す興味ある分画であると考えられる. 家畜の正常 zymogram がウマで 4 Type, ウシで 3 Type, ブタで 4 Type に明らかに分類されたことは S-ChE isoenzyme の遺伝的要因がその主体をなすものと思われる. 今後これらの家畜における S-ChE の isoenzyme レベルにおける臨床的研究においては正常 zymogram の Type の分類は無視できないものと考えられる.

本実験で得られた家畜の S-ChE isoenzyme の正常 zymogram と分画活性比並びに Type の分類は, 他に同様な報告例がなく, 比較検討はできない. しかし, 少なくとも最新の検出法により, 家畜の S-ChE isoenzyme の正常 zymogram の全貌をほぼ明らかにしたものと考えられ, 獣医臨床における基礎的役割を果たすものと考えられる.

要 約

著者ら¹⁸⁾ の家畜別の S-ChE isoenzyme 検出法により, ウマ, ウシ, イヌ, ブタにおける, S-ChE isoenzyme の正常 zymogram の定量的検討を行なった結果, 次のような知見が得られた.

1. S-ChE isoenzyme はウマ, イヌで 6 種, ブタで 5 種, ウシで 3 種検出され, その zymogram はウマ, ブタで 4 Type, ウシで 3 Type, イヌでは単一の Type に分類された.
2. ウシの S-ChE isoenzyme の C₂ 分画 (CC₂) は易動度 22.7 ± 1.1 , 活性比 54.7 ± 4.9 の fast type, 易動度 17.0 ± 0.3 , 活性比 54.1 ± 2.1 の middle type, 及び易動度 14.0 ± 0.4 , 活性比 54.9 ± 2.8 の slow type の 3 種が存在する.
3. イヌの S-ChE isoenzyme の各分画の易動度は, 雌が雄より速い傾向が見られた.
4. isoenzyme 各分画の易動度は, イヌで最も速く, ついでブタ, ウマとなり, ウシが最も遅い.
5. 最大の活性を有する isoenzyme 分画は, ウマ及びイヌで C₆₋₇, ブタで C₃, ウシでは C₂ に認められた.

文 献

- 1) Chiu, Y. C., Tripathi, R. K. and O'Brien, R. D.:

- Differences in reactivity of four butyrylcholinesterase isoenzymes toward substrate inhibitors. *Biochem. Biophys. Res. Commun.*, **46**, 35-42 (1972)
- 2) Dubbs, C. and Hilburn, J.: *Science*, **13**, 1529 (1960)
 - 3) Dubbs, C. A., Vivonia, C. and Hilburn, J. M.: Subfractionation of human serum enzymes. *Science*, **131**, 1529 (1960)
 - 4) Dubbs, C. A.: Ultrasonic effects on isozymes. *Clin. Chem.*, **12**, 181 (1966)
 - 5) Ecobichon, DD. J. and Comeau, A. M.: Pseudo-cholinesterase of mammalian plasma. Physicochemical properties and organophosphate inhibition in eleven species. *Toxicol. Appl. Pharmacol* **24**, 92-100 (1973)
 - 6) 玄蕃昭夫: 血清コリンエステラーゼの高い時, 低い時. *臨床検査*, **17**, 44-49 (1973)
 - 7) Gahne, B.: Studies on the inheritance of electrophoretic forms of transferrins, albumins, prealbumins and plasma esterase of horses. *Genetics*, **53**, 681-694 (1966)
 - 8) Harris, H., Hopkinson, D. A. and Robson, E. B.: Two dimensional electrophoresis of pseudo cholinesterase components in normal human serum. *Nature*, **196**, 1296-1298 (1962)
 - 9) Heilbronn, R.: *Biochim. Biophys. Acta.*, **58**, 222 (1962)
 - 10) Hess, A. R., Angel, R. W., Barron, K. D. and Bernsohu, J.: Proteins and isozymes of esterase and cholinesterase from sera of different species. *Clin. Chim. Acta.*, **8**, 656-667 (1963)
 - 11) Holmes, R. S. and Masters, C. J.: The developmental multiplicity and isozyme status of cavian esterases. *Biochim. Biophys. Acta.*, **132**, 379-399 (1967)
 - 12) Juul, P.: Humanplasma cholinesterase isoenzymes. *Clin. Chim. Acta.*, **19**, 205-213 (1968)
 - 13) 黒瀬均二: 血清コリンエステラーゼの研究. *生物物理化学*, **16**, 51-67 (1971)
 - 14) LaMotta, R. V., McComb, R. B., Noll, C. R., Jr., Wetstone, H. J. and Reinfrank, R. F.: Multiple forms of serum cholinesterase. *Arch. Biochem. Biophys.*, **124**, 299-305 (1968)
 - 15) 森園 充・猪八重悟: 家畜の血清 Cholinesterase 活性値と DISC 電気泳動法による isozyme の検討 (未発表)
 - 16) 森園 充・大前清武・岩月妙子: V. 著者らの測定法による家畜の血清 Cholinesterase 正常活性値の検討と子ウシの S-ChE 活性値の性差出現時期について. *鹿大農学術報告*, **30**, 173-179 (1980)
 - 17) 森園 充・桃 秀人: III. イヌの血血清 Cholinesterase ならびに血清 Cholinesterase と血清 Albumin との関連性の検討. *鹿大農学術報告*, **27**, 127-130 (1977)
 - 18) 森園 充・桃 秀人: 家畜の血清 Cholinesterase isoenzyme の検出法. *鹿大農学術報告*, **27**, 131-139 (1977)
 - 19) 森園 充・鶴田 剛: イヌにおける異常型血清 Cholinesterase 検出のための Screening test と薬剤投与に血清 Cholinesterase 活性値と isozyme 活性比との関係について (未発表)
 - 20) 森園 充・仮屋善弘・西山実光: 家畜の血清 amylase に関する臨床学的研究 II. 家畜の血清 amylase isozyme の検出. *鹿大農学術報告*, **23**, 257-266 (1973)
 - 21) Main, A. R.: *J. Bio., Chem.*, **244**, 829 (1969)
 - 22) 中村正二郎: Disc 電気泳動法. *臨床病理*, 特 **11**, 72-83 (1967)
 - 23) Oki, Y. et al.: Multiple forms of cholinesterase in horse serum. *Nature*, **203**, 605-606 (1964)
 - 24) Oki, Y.: 第二回家畜生化学研究会講演要旨, **1** (1970)
 - 25) Ros, G. V. and Druet, R.: *Nature*, **212**, 543 (1966)
 - 26) Reiner, E., Seu Ferth, W. and Hardegg, W.: Occurrence of cholinesterase isoenzymes in horse serum. *Nature*, **205**, 1110 (1965)
 - 27) Svensmark, Dan.: Effect of Sialidase on the electrophoretic properties of human serum cholinesterase. *Med. Bull.*, **8**, 28 (1961)
 - 28) Thompson, I. C. and Whittaker, M.: *Clin. Pathol.*, **18**, 811 (1925)
 - 29) 宇尾野公義: 内分泌疾患と血清 Cholinesterase の消長について (1), *日新医学*, 第 **42** 卷, 第 1 号 (1955)
 - 30) Vorhaus, L. J. and Kark, R. M.: Serum cholinesterase in health and disease. *Am. J. Med.*, **14**, 707-719 (1953)

Summary

The measurements of the zymogram of serum ChE-isoenzyme with Disc electrophoresis were carried out in normal horses, cattle, dogs and pigs by the authors' detecting method, which is the modification of Per Juul's method. The results obtained were summarized as follows.

1. The numbers of the serum ChE-isoenzyme bands were six in horses, cattle, dogs, five in pigs and three in cattle, respectively. The zymograms of the respective animals were classified into the following number of types, namely four in horses and pigs, three in cattle and only one in dogs, respectively.
2. The mobility and ratio to the total activity (activity-ratio) of C₂ fraction in cattle were 22.7 ± 11.1, 54.7 ± 4.9, in the fast type, 17.0 ± 0.3, 54.1 ± 2.1 in the middle type and 14.0 ± 0.4, 54.9 ± 2.8 in the slow type, respectively.
3. In dogs, female showed a tendency to have a mobility faster than that in male.
4. Mobility of serum ChE-isoenzyme was in the following order, namely dogs, pigs, horses and cattle, from the fast to the slow.
5. The fractions in the serum ChE-isoenzyme with the highest activity-ratio were C₆₋₇ in horses and dogs, C₃ in pigs and C₂ in cattle, respectively.