

鼓腹試験(Klopfversuch)ニ於ケル 刺戟傳達ノ徑路ニ就テ

岡山醫科大學生理學教室

小堀文哉

1862年 Goltz ガ發表シタ業績ノ中デ蛙ノ腹壁上ニ速ニ連續スル打撃即チ機械的刺戟(鼓腹試験)ヲ與フルニヨツテ心臓ハ弛緩期ノ狀態デ靜止スル此靜止ハ豫メ迷走神經ヲ切斷スル時ハ起ラズ即チ反射的ニ此神經ガ興奮ヲ起スニヨルト云ツタ。

Sabbataniニ依レバ鼓腹試験ノ後作用トシテ心臓搏動ノ促進ガ表ハレル即チ此實驗ノ際ニハ促進性心臓神經ヨリモ制止性ノモノノ方ガ早く結果ニ現ハレル。

其後 Bernstein ハ Goltz ノ實驗ヲ續ケテ神經ノ刺戟ニ依ツテ迷走神經反射ガ起サレルガ其神經ハ腹部交感神經中ヲ經過スルモノデアコトヲ示シタ。

私ノ探求シタ狹キ範圍ノ文獻デハ此鼓腹試験ノ際ニ於ケル刺戟傳達ノ徑路ノ確定ハ未ダナイ所デアリマス、茲ニ於テ私ハ次ノ實驗ヲ行ヒマシタ。

私ガ實驗ニ用ヒタ蛙ハ大部分雌性ノ中等大以上ノモノデアツタ、雌性ニ於テハ卵巢輸卵管等ガ腹腔ノ大部ヲ占メテ操作上多クノ面倒ガアツタ。小ナル蛙ハ餘リ適セヌ。吾人ハ先ヅ實驗上誤リヲ犯サナイ爲ニ蛙心ニ就テ充分ノ豫備知識ヲ持タネバナラス、Budgeニ依レバ蛙心ハ機械的震盪ニ對シテ特ニ鋭敏デアル單ニ心臓ノ露出ニヨツテ搏動ハ減少スル。ソレ故ニ勿論吾人ガ蛙ヲ床上ニ抛ゲツケル時ハ中樞神經系統ガ前以テ破壊サレテアルト否トニ拘ラズ、速ニ心臓靜止ヲ惹キ起ス。又時ニハ四肢ノ挫傷脊髓ノ露出等ニ依ツテ心臓靜止ガ起ルガ之ニ反シ強イ電氣刺戟ニ對シテハ何等ノ影響ガナイト言ツテ居ル。

蛙ノ生活狀態氣溫實驗ノ際ノ取扱法等ガ又心臓ニ影響ヲ及ボス。之等避クコトノ困難ナ條件ガ實驗成績ノ一定ヲ妨ゲルカラ非常ノ注意ヲ要スル。

實 驗

第1群 デハ蛙ヲ背位ニ固定板上ニ固定シ心臓部ニ小窓ヲ造リ心囊ヲ通シテ心搏動ヲ認メ得ル様ニシ幅約1 cm 鈍端ニ終レル缺ノ側面ヲ以テ腹壁ヲ心臓ニ直接觸レズシテ1分間百數十回ノ速度デ打ツ。然レバ心臓搏動ハ暫クノ後緩徐トナリ又ハ靜止シ打撃ヲ終ルモ心臓ハ少時間完全ニ弛緩期ノ狀態ノ儘デ靜止スルモノデアル。此狀態ハ恰モ迷走神經ノ心臓枝ヲ刺戟シタ時ノ様デアル靜止後ハ再ビ徐々ニ搏動ヲ始メ其後常ノ如キ速度デ動クモノデアル此試驗ハ同一動物ニ於テ適當ノ時間々隔ヲ置キ數回反覆シテ常ニ心臓靜止ヲ起サシメ得タ尙ホ繰リ返ス程容易ニ早く心靜止ヲ起サシメル事ガ出來ル。

第2群 腹部ノ何處ノ部分ガ最モヨク心臓靜止ヲ起スカヲ確カメン爲ニ背位ニ固定シタ蛙ヲ

開腹シ、失血ヲ防ギ心囊ヲ開キ鼓腹試験ヲ行ツタノニ上腹部デ著シク心臓靜止ヲ起ス。尙ホ電氣刺戟ヲ胃肝腸等ノ部ニ試ミタガ心臓靜止ニ影響ハナカツタ。

茲ニ於テ私ハ次ノ疑問ヲ生ジタ。此心臓靜止ノ現象ハ心臓ヘノ機械的震盪ニ依ル直接ノ影響デアルカ、或ハ心臓迷走神經ノ直接刺戟ニ依ルモノデナカラウカ此問題ハ次ノ實驗ニヨツテ自ラ明カトナルモノデアル。

第3群 型ノ様ニ處置シタ蛙ニ就テ鼓腹試験デ心臓靜止ヲ確メタ後腦及ビ脊髓ヲ破壊ス。然レバ心臓ハ數秒間靜止シ、後再ビ更ニ搏動シ初ム。其時敲打ヲ繰リ返シタガ以前ノ様ナ成績ハ得ラレナカツタ。即チ心臓ハ腹部ヲ敲打セルニモ拘ラズ間斷ナク搏動シタ。即チ鼓腹試験ニ於ケル心臓搏動停止ハ心臓若シクハ迷走神經ノ直接刺戟ニヨルノデナクシテ、神經中樞ヲ介シテ起ルモノデアル。尙ホ此心臓靜止ノ現象ハ延髓カラ心臓ニ至ル徑路ハ迷走神經ニヨルモノナラントノ考デ次ノ第4群ニ示ス實驗ヲ行ツタ。

第4群 明カニ鼓腹試験デ成功シタ蛙デ失血セヌ様ニ注意シテ兩側迷走神經心臓枝ヲ分離シテ切斷シ、其後鼓腹試験ヲ施シタノニ心臓靜止ヲ認メナカツタ、2—3例ニ於テ一側迷走神經心臓枝ヲ切斷シテ鼓腹試験デ心臓靜止ヲ起サナカツタガ、一側ノミデ成功セナイ時ハ兩側ヲ試ミレバ常ニ強キ敲打ニ對シテモ心臓靜止ハ起ラス。

第5群 0.1%「アトロピン」加「リングル」液ヲ迷走神經健在ノモノニ與ヘタノニ第4群ニ於ケルト同様強キ鼓腹試験ニ對シテ心臓靜止ハ起ラナカツタ。

此試験ハ心臓靜止ハ延髓カラ迷走神經ニ傳達サレルモノデアルコトヲ證明ス。尙ホ心臓靜止ヲ惹キ起ス爲ニハ、一側迷走神經ノ切斷デ可能ナルコトヲ教ヘル。吾人ハ心臓靜止ハ中樞神經系統カラ來ルコトハ知レタガ、鼓腹試験ノ際ニ如何ナル方法デ中樞ガ興奮サレルカハ次ニ研究ヲ要スル所デアル。尙ホ試驗ノ際ニ來ル震盪ニヨル直接ノ興奮ニ就テ考ヘネバナラス。併シ次ノ實驗ニ依ツテ此點ハ除外サレルト思フ。

第6群 開腹シ、心臓ヲ露出シ、内臓ヲ側方ニ推シヤリ、脊柱及ビ腹壁又ハ頭、四肢ヲ敲打シタメニ心臓搏動ニ何等影響ヲ與ヘナカツタ。ソレデハ脊髓ノ震盪等ガ心臓靜止ノ條件デナイトスレバ、腹部内臓ノ機械的處置ガ此著明ノ現象ニ對シテ條件ヲ成スタメ何物モ殘存シナイワケデアル。次ニ吾人ハ皮膚ノ機械的刺戟ニ就テ考ヘネバナラス。

第7群 殆ド總テノ蛙ニ於テ腹壁皮膚ヲ切開シタノミデ又開腹シテ瞬間ニ心臓靜止ヲ觀察シマシタ。之ハ内臓ノ輕度ノ機械的震盪ニ因ルモノナラント思フ。

第8群 内臓ノ機械的刺戟ガ其興奮ヲ如何ナル徑路デ延髓ニ傳ヘルカ。私ハ開腹シテ鼓腹試験ニ成功シタ蛙ノ交感神經節狀索ト脊髓神經トノ間ノ交通枝ヲ悉ク切斷シテ心臓靜止ガ鼓腹ニ依ツテ起ルヤ否ヤヲ觀タ。斯ク處置シタモノデハ常ニ心臓靜止ハ起ラナカツタ。茲ニ全部ノ交通枝ガ關與スルカ或ハ一部分デアルカヲ定メン爲ニ次ノ様ニシタ。

第9群 腹腔心囊ヲ開キ鼓腹試験ニ成功シタ蛙デ下方ヨリ兩側ノ交通枝ヲ切斷シ、順次上方

ニ向フ切斷毎ニ鼓腹試験ヲ行ツタノニ第9ヨリ第7迄ノ脊髓神經交通枝ヲ離斷スルト心臟靜止ヲ起サナカツタ。尙ホ別ニ第6脊髓神經交通枝ノミヲ切斷シテ心臟靜止ヲ起サヌノガ常デアルガ併シ稀ニハ該交通枝切斷ノミデハ心臟靜止ヲ起スコトガアルガ此時ニハ第7カ又ハ第5脊髓神經交通枝ヲ切斷セバ鼓腹ニヨル心臟靜止ヲ起サヌ様ニナル (脊髓神經ノ數ヘ方ハ Holmes ニヨル)。

第10群 前ノ實驗ノ結果カラ推シテ型ノ様ニ開腹シタ蛙デ第6脊髓神經ト延髓トノ間デ注意シテ脊髓ヲ完全ニ横斷シタ。(脊髓横斷ハ背側ヨリ行ツタ。) 暫クノ後鼓腹試験ヲ行ツタガ心臟ニハ靜止ハ起ラナカツタ。即チ刺戟ノ興奮ハ此切斷部ノ脊髓中ヲ通過スルモノデアル。

第11群 私ハ機械的震盪ノ心臟ニ及ボス影響ヲ見ン爲ニ腦脊髓ヲ破壞シタ蛙ヲ種々ノ高サカラ脊ヲ下ニシテ落シマシタ (腹側ヲ下ニシテハ落サナカツタ即チ心臟ハ直接ノ震盪ノ結果常ニ搏動ガ止マル) 其結果ハ0.5m以上1mノ落高デハ弛緩期ノ状態デ心臟靜止ヲ認メマシタ。其後此蛙ニ0.1%「アトロピン」加「リングル」液ヲ心臟上ニ滴下シテ同ジ落高デ心臟ハ常ニ搏動致シマシタ。此事實ハ明カニ機械的震盪ガ迷走神經末梢装置(心臟内神經節ヲ含ム)ニ作用シテ居タモノガ「アトロピン」ノ爲ニ其末梢端ヲ麻痺サレテ、心臟靜止ガ起ラナクナツタノデアル。

第12群 Sabbatani ガ發表シタ様ニ鼓腹試験ノ後作用トシテ心搏動ノ促進ガ起ル。之ニ就テ追試シタ。鼓腹シテ心臟靜止ガ起リ其後數回ノ收縮ハ鼓腹前ノモノニ比シテ時間的ニ延長シテ居ル。特ニ靜止後起ル第1回ノ收縮ヨリ次ノ收縮迄ノ時間ハ延長ガ著シク斯様ニ靜止後搏動ガ起ツテモ搏動ノ間隔ガ平常ヨリモ延長シテ居ル。尙ホ其後ノ長イ觀察ヲ怠ラナカツタガ Sabbatani ノ言フガ如キ搏動ノ促進ハ認メナカツタ。

第13群 節狀索ヲ電氣ニテ刺戟セバ心臟靜止ヲ起スト云フ Bernstein ノ1864年ノ豫告ヲ想起シ、之ヲ試ミマシタガ僅ニ2例デ心臟靜止ヲ見マシタガ、大部分ノ例デハ起ラナカツタ。

第14群 以上述べタ所ハ蛙ニ就テノ實驗ノ結果デアルガ、茲ニ私ハ教室ニ殘存シタ3尾ノ山椒魚ニ就テ實驗シタ所ヲ述ベル。山椒魚デハ鼓腹試験ハ非常ニ容易ニ起ルモノデ鼓腹スレバ勿論僅ニ腸管胃等ノ位置ヲ轉ジタノミデ長ク續ク心臟靜止ヲ起ス。刺戟傳達ノ徑路ハ確定シマセンガ第1例デハ第6, 第7, 第5, 第4, 第8, 第9ノ順序ニ各交通枝ヲ切斷シテ第9ニ至リ初メテ心臟靜止ヲ起サナカツタ。第2例デハ第9, 第10, 第11ノ脊髓神經交通枝ヲ切斷シテ第11ニ至リテ心臟靜止ヲ起サナカツタ。第3例ハ「エーテル」麻睡ヲ行ツタ爲ニ最初ヨリ鼓腹試験デ心臟靜止ヲ起サズ。即チ此實驗デハ第9乃至第11ノ交通枝ニヨリテ求心性興奮ガ脊髓ニ入ル様ニ思ハレルガ、更ニ機ヲ得テ實驗ヲ反覆シテ見ネバ確カナコトガ云ヘス。

兩棲類ニ就テノ實驗ノ結果カラ哺乳動物ニ於テモ類似ヲ見出スナラントノ興味ヲ感ジテ海猿及ビ家兎10頭ニ就テ次ノ實驗ヲ試ミマシタ。

第15群 血壓ヲ計リ或ハ腹壁上ヨリ或ハ開腹シテ鼓腹試験ヲ行ヒマシタガ、心臟靜止ハ認メマセン。次ニ内臟神經節ニ電氣的刺戟ヲ加ヘタノニ著シイ血壓ノ上昇ガアツテ後脈搏性振動

ガ大トナリ次ニ漸次小トナツテ終ニ死亡致シマシタ。死ニ致ツタ原因ハ恐ラク内臓ヘノ血液分布ニ關係スルノカモ知レストノ想像デ胃腸ヲ結紮シテ摘出シ、人工呼吸ヲ施シ、中樞ニ至ル纖維ノ外ノ内臓神経節ヨリ發スル纖維ヲ結紮シテ電氣刺戟ヲ試ミマシタガ、此數例デ心臟搏動ノ微弱トナリ、又ハ一時停止シタノヲ見タ。其後斯様ノ成績ヲ得タモノデ迷走神經ヲ切斷シタガ著シイ變化ヲ認メマセン。内臓ノ摘出ヲ行ツタモノデハ血壓曲線ノ脈搏性振動ガ著シク小トナルノデ内臓ヲ存在セシメテ内臓神経節カラ末梢ニ至ル纖維ヲ結紮シテ中樞ニ向フモノ（内臓神經）ノミヲ刺戟致シマシタガ變化ヲ認メナカツカ。哺乳動物デハ鼓腹試験ハ成功セヌ。

之等總テノ實驗ノ結果私ハ次ノ様ニ主張ス。鼓腹試験ハ本來心臟搏動ノ反射制止ニ依ルモノデアル。鼓腹ニヨル内臓ノ機械的刺戟ニヨツテ内臓ニ分布スル交感神經求心性神經纖維ヲ興奮セシメル。此興奮ハ蛙ニ於テハ主トシテ交感神經ノ第6交通枝（時トシテハ第5又ハ第7交通枝ノ中ヲ幾分通過スル）或ハ第7ヨリ第9交通枝ニヨツテ脊髓ニ入り其内ヲ上行シテ延髓ニ達シ其處ニ存在スル迷走神經核ヲ興奮セシメテ心臟ノ反射的搏動制止ヲ起スノデアル。次ニ皮膚ノ刺戟ニ就テ Goltz ハ心臟靜止ニ皮膚ハ内臓カラ無關係デアル。何トナレバ鼓腹試験ハ腹壁ノ皮膚又ハ腹壁ヲ切り去ツテモ成功スルカラト云ツテ居ル。又 Engelmann ハ皮膚ノ刺戟ニヨツテ蛙ノ心臟神經ガ反射的ニ影響サレル様デアルト言ヒ、Budge ハ強イ皮膚ノ刺戟ハ心臟ノ運動ニハ影響ガナイ。Valentin ハ皮膚刺戟後心臟ノ反射運動ヲ起サシメタ。斯クノ如ク各研究者ノ見解ハ異ツテ居ル。第7群ノ實驗ニ依ツテ心臟靜止ヲ起スハ皮膚ノ刺戟ニ非ズシテ、内臓ノ輕度ノ震盪ニ依ルモノトス。何トナレバ開腹シテ側方ニ内臓ヲ刺戟シナイ様ニ押除ケ腹壁ヲ引キソレニ刺戟ヲ興フルモ、心搏動ニ變化ヲ認メナイ。尙ホ皮膚切開ノ時起ル心臟靜止ハ固定ニヨル腹壁ノ緊張或ハアガクコトガ内臓ノ刺戟ヲ成スモノト思ハレル。要スルニ皮膚ニ分布スル脊髓神經ニ屬スル求心性神經ハ此心臟反射ニ全ク關係ナイモノデアル。

麻酔ト鼓腹試験トノ關係ハ時々實驗致シマシタガ、深麻酔デハ心臟靜止ハ全ク起ラズ蛙ニ於テ麻酔後時間ヲ經過シタモノデハ心臟靜止ヲ起スモノモアツタ。

又鼓腹試験ノ際 Goltz, Bernstein 等ハ腹部内臓ノ充血即チ反射的ニ血管擴張ヲ起スト云フテ居ルガ、此血管擴張ニ關シテハ目下尙ホ實驗ヲ重ネテ居ル。兎ニ血管擴張ハ鼓腹試験ニ隨伴シタ現象ト認メル。

鼓腹試験ノ代リニ電氣刺戟ヲ各群ニ就キ應用シタガ、満足ノ成績ヲ得ナカツタ。コレハ總テノ反射機轉ニハ適應刺戟ガアル爲メデ、此場合デハ機械的刺戟ガ適應刺戟デアル爲ト反射ハ末梢器ノ刺戟ガ神經纖維ノ刺戟ヨリモ有效デアルトノ2ツノ理由ニ依ルノデアラウ。

結 論

1. 蛙ニ於テ鼓腹試験ニヨツテ腹部内臓上ニ與ヘタ機械的刺戟ハ當該部位ノ交感神經ヨリ第5乃至第9脊髓神經交通枝（主トシテ第6交通枝）ヲ經テ脊髓ニ入り延髓ニ上リ迷走神經心臟抑

制枝ノ核ヲ興奮セシメ依テ心臟搏動ヲ制止スル。

2. 哺乳動物ニ於テハ鼓腹試験ハ成功セヌ。
3. 電氣的刺戟ハ此心臟ノ反射的抑制ヲ起スニ適當ナル刺戟デナイ。
4. 深麻痺ノ状態ニアル動物デハ鼓腹試験ニヨツテ心臟靜止ヲ起スコトハ出來ヌ。
5. 山椒魚ニ於テハ鼓腹試験最モ著明且容易ニ起サシメルコトガ出來ル。而シテ其反射ノ求心性徑路ハ第9乃至第11交通枝ヲ通過スルモノデアル。

稿ヲ終ルニ當リ御懇篤ナル御指導ト御校閲トヲ賜リタル生沼先生ニ深謝致シマス。(2. 8. 18. 受稿)

文 獻

- 1) Tigerstedt, Die physiologie des Kreislufes. 2) Goltz, Virchow Arch. f. path. Anatomie und Physiologie. Bd. 26, 1863. 3) Holmes, Biology of the Frog, 1922. 4) Bernstein, Centralblatt f. d. med. Wissenschaften. Nr. 16, 1864.

*Kurze Inhaltsangabe.***Ueber die Reizleitungsbahn beim Goltz'schen Klopfversuch.**

Von

Dr. med. Bunya Kobori.

*Aus dem physiologischen Institute der Universität Okayama, Japan.**(Vorstand: Prof. Dr. S. Oinuma.)*

Eingegangen am 18. August 1927.

Verursacht man durch schnell aufeinander folgende Schläge eine mechanische Reizung auf der Bauchdecke oder auf die Eingeweide des Frosches, so fällt das Herz in Erschlaffungszustand und steht still. Dabei habe ich die Bahn der Reizleitung untersucht. Die Ergebnisse sind:

1. Der Stillstand des Herzens beim Klopfversuch wird durch die reflektorische Erregung des N. vagus hervorgerufen.

2. Der zentripetale Impuls, welcher von den gereizten Baueingeweiden des Frosches ausgeht, tritt ins Rückenmark meistens durch die 6. Kommissurenfaser, aber bisweilen durch die 5. oder die 7. Auch seltenerweise nimmt der Impuls den Weg durch die 7. bis 9. Kommissurenfaser, steigt in ihr auf und gelangt endlich zum herzhemmenden Vagus Kern in Medulla oblongata.

3. Die elektorische Reizung des sympathischen Nervenstammes ist nicht geeignet reflektorischen Herzstillstand herbeizuführen.

4. Der Klopfversuch bei Säugetieren (Kaninchen und Meerschweinchen) ist niemals geglückt.

5. Beim Riesensalamander (*Cryptobronchus japonicus*) gelingt der Klopfversuch sehr leicht. Die zentripetale Bahn geht bei diesem Tier über die 9. bis 11. Kommissurenfaser.

6. Narkose beeinträchtigt das Gelingen des Versuches wesentlich.

