

612.17

心 音 = 就 テ

岡山醫科大學生理學教室(主任生沼教授)

研究科學生 奥 田 一 誠

[昭和 17 年 9 月 8 日受稿]

第 1 章 緒 言

心音ノ生成原因ニ就テハ從來多數ノ學者ニヨリ種々研究論議サレ第 2 心音ニ就テハ略ボ一致セル見解ヲ持スルモ第 1 心音ニ就テハ未ダ充分ナル見解ノ一致ヲ見ズ。

從來ヨリ研究セラレタル業績ノ概略ヲ見ルニ Roussnet (1832) ハ心室收縮ノ初メニ於テ房室瓣ガ急ニ伸展緊張セラレシタメ振動ヲ起シ音ヲ發スル所謂瓣膜音ヲ第 1 心音生成ノ原因ナリト主張シ、又彼ハ第 2 心音發生原因ニ就テモ 2 尖瓣ノ閉鎖ト重要ナル關係ノアルコトヲ述ベテキル。次デ Williams (1838), Ludwig u. Dogiel (1868) 竝ニ其ノ一派ハ動物實驗ニ於テ種々ナル方法ニヨリ生體ニ於テ心臟ヘノ血液ノ流入ヲ防ギ、或ハ血液ノ流入ヲ妨ゲタル心臟ノ搏動ヲ保テルモノニ就キ或ハ房室瓣ノ閉鎖ヲ不可能ナラシメテ實驗ヲ行ヒ何レモ第 1 心音ヲ聞キ得タル結果第 1 心音ノ生成原因ハ心筋ノ收縮ニ伴フテ發スル所謂筋音ナリト結論セリ。

其ノ後 Gutmann ハ Ludwig 等ノ實驗ヲ繰リ返シ行ヒテ第 1 心音ノ生成原因ハ瓣膜音ト筋音トノ混合音ニシテ、主トシテ瓣膜音ニヨリ生成サルルモノナリト主張セリ。然ルニ Marbe (1907) ガ Flammen Methode ヲ用ヒテ心音ノ描寫ニ成功シテ以來、心音描寫裝置ノ改良ト共ニ從來ノ心音成因ニ對スル考ヘノ更新ヲ招來スルニ到レリ。

即チ W. R. Hess ハ心室收縮ノ初メニ於テハ心

室壁ハ自由ニ收縮シテ、其ノ表面積ノ極小タル球形ニ近ヅカントスルモ、血液ハ不縮性ノ液體ナルタメ、收縮ガ或ル程度ニ達スルト心室壁ハ血液ニ激突シ、タメニ短縮ハ突然ニ遮斷サレ、心室壁ハ同長性ノ舉動ヲ呈シ、益々其ノ緊張ヲ増スト共ニ振動ヲ生ジテ音ヲ發スル所謂 Wand Ton ヲ其ノ生成主因トセリ。又 Einthoven u. Geluk ハ人ノ心音ヲ描寫シ、大動脈孔ニ於ケル第 1 心音ハ心尖部ニ於ケル第 1 心音ヨリ略ボ 0.06 秒遅延シテキルコトヲ指摘シ、大動脈孔ニ於ケル第 1 心音ノ初メハ心室驅出期ノ初メニ丁度一致シテキルト述べ、又 Sahlie ハ第 1 心音ノ描寫曲線ノ形ガ驅出期ノ初メニ變化シテキルト述べ、又ハ臨牀上ニ於テ僧帽瓣閉鎖不全症ヲ 3 尖瓣閉鎖不全症ノ場合大動脈聽診部ニ收縮性ノ音ヲ聞ケタガ、心尖部ニ於テハ夫レガ缺ケテキルコトヲ指摘シテキル。斯ノ如ク Einthoven, Sahlie 等ハ第 1 心音ノ主因ヲ大動脈ノ基始部ニ置キ驅出期ノ初メニ於テ血液ガ心室ヨリ大動脈ニ奔流スル際其ノ基始部ニ衝突シ振動ヲ起スト共ニ音ヲ發スル所謂 Austreibungs Ton ヲ主張セリ。又 Schütz ハ第 1 心音ノ描寫曲線ヲ 2 ツニ分チ Anspannungs Komponent ト Austreibungs Komponent トシ、兩說ノ妥當ナルコトヲ認メテキル。

又最近吉岡ハ僧帽瓣閉鎖不全症ノ患者ノ心音ヲ描寫シ第 1 心音ノ基本形ニ變化ナキモ、大動脈瓣閉鎖不全症ノ場合ニハ第 2 心音ノ描寫曲線ノ形狀

ハ殆ト失ヘテキルコトヲ指摘シ、第2音ノ生成
= 大動脈弁ノ完全ニ存在スルコトノ緊要ナルコト
ヲ示シテキル。

今、之等ノ文献ヲ見ルモ心音ノ發生原因ガ單一
ナル原因ニヨリ形成サレズシテ種々ナルモノノ混
合音ナルコトハ容易ニ考ヘ得ルトコロデアル。然
ラベ之ガ果シテ如何ナル原因ニヨリ生成サルカ
コノ問題ヲ再考シ更ニ著者ノ考フル心室收縮ニ當
リテ心室内竝ニ大動脈根部ニ生成サル渦巻運動

ニヨリ起ル水流音モ又心音生成ノ要因タルベシト
ノ考ヘノ下ニコノ實驗ヲ遂行シ聊カ所見ヲ得タル
ヲ以テ此處ニ報告セントスルモノナリ。

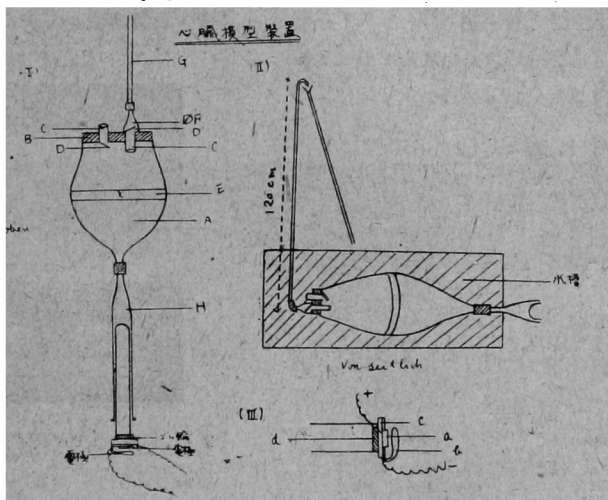
第2章 實驗的研究

第1節 心臟模型ヲ用ヒテノ實驗

第1項 心臟模型實驗裝置

附。渦流運動ニ就テノ觀察

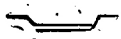
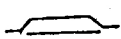
第1圖 (I)



第1圖 (I) 及 (II) ノ解説

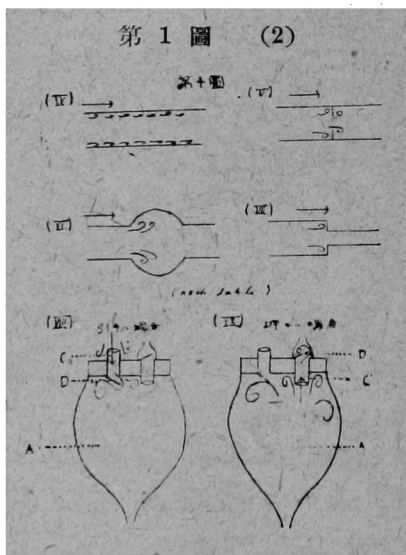
- A. 一端廣口、一端狭口トナレル「ガラス圓筒」
- B. 「ガラス圓筒」ニ嵌ルセル「ゴム栓」其ノ2箇
所ニ「ゴム栓」ヲ貫ケル孔アリ
- C, C'. 「ゴム栓」ノ穴ニ嵌ルセル「ガラス管」
- D, D'. 「ゴム栓」ノ各ノ孔ニ取リ付ケタル「ゴ
ム瓣」
- E. Aニ巻ケル「ゴムバンド」
- X. Magnoscopノ受音裝置ノ當ル部
- F. 「ゴム瓣」G'ヲ被ヘル一端狭クナレル「ガラ
ス管」
- G. Fト短キ「ゴム管」ヲモツテ連絡セル長キ
「ガラス管」
- H. 先端流線型ニ作ラレタル注射器Aノ狭口部
ト短キ「ゴム管」ヲモツテ連絡ス

第1圖 (III) 解説

注射器内筒ノ元ニ裝備セル電氣裝置ニシテ、電
極bハ内筒ヲ押ス場合ニ電極aニ接觸シ、描寫像
=  ノ像ヲ記シ引ク場合ニハbハ
aヨリ離レテ描寫像 =  ノ像ヲ記
セシム。cハ「エポナイト」ニシテdハ「ゴムバン
ド」ナリ。而シテ實驗ヲ行フニ當リテ内筒ヲ押ス
場合ニ電極bノaニ接觸セシ時期ノ少し遅レシ場
合アリタリ。

以上ノ如キ模型裝置ハ實驗中第1圖(II)ノ如ク全
部水槽中ニ入レ又注射筒ノ活用ニヨリ内、外筒間
ニ摩擦音ノ生ゼザル様「ワゼリン」ヲ塗布シ置ケリ
次ニ渦巻運動ノ起ル場合ヲ考察スルト主トシテ
管中ヲ流レル流體ノ速度、或ハ流床ノ廣サノ變化
ニヨツテ左右サレル。例ヘバ

- (a) 内腔断面ノ一様ナ管ヲ滿シテ液體ガ流レル時其ノ速度ガ或ル値ヲ超エル場合。コノ値ハ勿論液體ノ粘度、管ノ太サ、管ノ内側表面ノ性質ニヨリ左右サレルガ(第1圖(V)参照)。
- (b) 内腔断面ノ一様ナ管ノ中ヲ滿シテ液體ガ流レル場合或ル部分ニ於テ狭クナレル部分或ハ廣クナレル部分ガ生ジタトモルト其ノ境界ニ於テ渦卷運動ガ生ズ(第1圖(V)(VI)参照)。
- (c) 同様ニ狭イ管ヨリ廣イ管ニ流レガ生ズル場合ニモ其ノ境界ニ於テ渦卷運動ガ生ズ(第1圖(VII)参照。逆モ亦同様デアル。



之等ニ依リ心臟模型内部ニ於テ渦卷ノ起ル状態ヲ考フレバ前記裝置ノ注射内筒ヲ引ク場合ニハ水ハCヨリ瓣Dヲ排シテA中ニ流入シ來リ其ノ際D附近(第1圖(VIII)参照)ニ渦流ヲ生ジ、押ス場合ニハ瓣Dハ閉鎖シ水ハC'ヲ通り瓣D'ヲ排シテ長キ「ガラス管」G中ニ上昇ス其ノ際C'及ビD'附近ニ渦流ヲ生ズ(第1圖(IX)参照)。

要スルニコノ實驗ニ於テハ注射筒ノ活用ニヨリ心臟模型内ニ生ゼシ渦音ヲ描寫センガタメナリ。

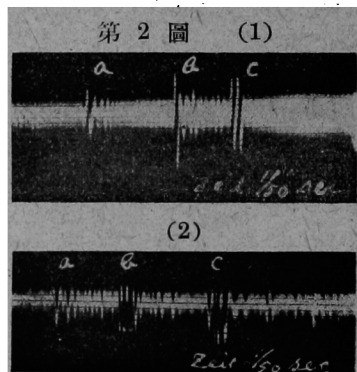
第2項 實驗方法

先ヅ心臟模型裝置ヲ第1圖(II)ノ如ク水槽中

ニ入レシ後注射器ノ活用ニヨリ、水ヲ長キ「ガラス管」G中ニ昇ラシメ聲キ且模型及ビ注射器内ニ空氣ノ無キ様處置ス。カクシテMagnosopノ受音裝置ヲ心臟模型ノ「ゴムバンド」ノX部ニ輕ク且動かザル様ニ置キ、聴診裝置ヲ耳ニ挿入シ注射筒ノ活用ニヨリ、D、C'、D'(第1圖(I)参照)。附近ニ生ゼル渦流ニヨル渦音ヲ聴取シ、然ル後Magnosopニヨリ電流ニ變ジタルモノヲMathews Oscillographニヨリ描寫ス。

第3項 實驗成績並ニ觀察

A. 心臟模型ノ場合



第2圖(1)(2)ハ其ノ描寫曲線ナリ。

描寫曲線(1)及ビ(2)ニ於テ(a)ハ活栓ヲ引キシ場合ニD(第1圖(VIII)参照)附近ニMagnosopノ受音器ヲ貼シタル時ノ描寫曲線ニシテ、(b)(c)ハ活栓ヲ排シ場合ニC', D'(第1圖(IX)参照)附近ニ受音器ヲ貼シテ描寫セシモノナリ。

其ノ振動數ハ第1表ニ示ス如シ。

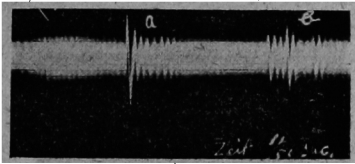
第1表

例	振 動 機		
	a	b	c
(1)	71	92	62
(2)	66	91	68
(3)	71	51	60
(4)	70	53	55
(5)	70	74	72
平 均	70	72	64
總 平 均		69	

B. 瓣 D' フ除キシ場合

コノ場合ニハ D', F, G フ全部除ケリ(附圖第 1
ノ (I) 参照). 第 3 圖ハ其ノ描寫曲線ナリ.

第 3 圖



。a ハ活栓ヲ引キシ場合ニ D 附近(第 1 圖(I)参照)
ニ受音器ヲ貼シテ描寫セル曲線ニシテ, b ハ D' 附
近ニテ描寫セルモノナリ。コノ場合第 2 圖ニアル
c ハ缺如ス。

第 4 圖



尙ホ本項ノ正常心音描寫曲線ニ於ケル第 1 音並
ニ第 2 音ノ決定ハ次ノ諸點ニヨレリ。

- a) 諸描寫曲線間ノ時間的關係ノ測定比較
- b) 豫メ Magnoscop ニヨリテ聴ケル音ノ性質
並ニ時間的關係

c) 描寫曲線ノ進行方向

4 例ニ於ケル振動數ハ第 2 表ノ如シ。

第 2 表

例	振 動 機	
	I	II
1	60	82
2	50	87
3	120	140
4	130	160
平 均	88	117

備考 I ハ第 1 心音, II ハ第 2 心音

第 2 項 犬ノ灌流心臓心音描寫

(I) 實驗方法

充分麻醉セル犬ノ胸部ヲ開キ, 手早ク心臓ヲ摘

第 2 節 犬心臓ヲ用ヒテノ實驗

第 1 項 犬ノ正常心音描寫

(I) 實驗方法

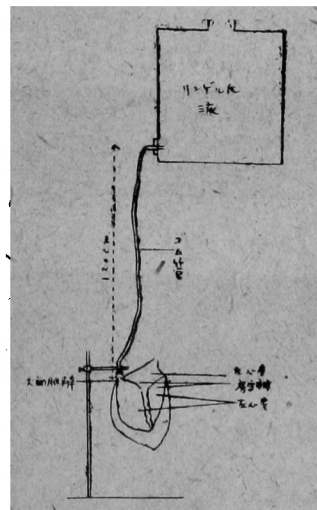
先ヅ犬ヲ「エーテル」ニテ充分麻醉セシメシ後,
心臓部ニ相當セル皮膚面ノ毛ヲ良ク剃リ, 心尖部
ニ Magnoscop ノ受音裝置ヲ輕ク且動カザル様ニ
貼布シ, 豫メ聽診裝置ヲ耳ニ挿入シテ第 1 音及
第 2 音ヲ聴取シ置キ, 然後 Magnoscop ニヨリ
電流ニ變ジタルモノヲ Mathews Oscillograph
ニヨリ描寫ス。

(II) 實驗成績並ニ觀察

第 4 圖ハ其ノ描寫曲線ナリ。

出シ心臓ヲ除去シ直チニ温メタルリンゲル氏液中
ニ入レ, 大動脈ニ「カニユーレ」ヲ挿入シ, コレヲ
第 5 圖ニ示セル如ク, 豫メ用意セル 40°C 前後ニ温
メタルリンゲル氏液ヲ充セル瓶ニ「ゴム管」ニヨリ

第 5 圖



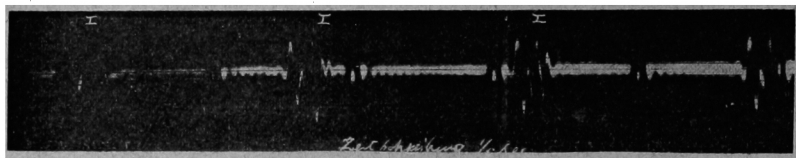
連絡シ以テ冠狀血管ニリンゲル氏液ヲ灌流セシメ
テ überleben セシムルト共ニ大動脈瓣ヲ適當ノ

壓ノ下ニ閉鎖セシメ置キ、心尖部ヨリ稍々上(約1 cm 半)ノ左心室部ニ先ヅ Magnoscop ノ受音

装置ヲ貼布シ、電流ニ變ジタルモノヲ Mathews Oscillograph ニヨリ描寫ス。

(II) 實驗成績並ニ觀察

第 6 圖



第6圖ハ其ノ描寫曲線ナリ。コレハ第2表、例1ニ於ケル同ジ實驗材料ナリ。而シテ第4圖ノ第1心音曲線ト其ノ形狀略ボ等シク且其ノ振動數モ67ニシテ略ボ一致ス。故ニ第6圖ニ見ラル曲線ハ第1心音曲線ト考ヘ得ル。

尙ホ本例ニ於テ第2心音曲線ノ缺如セルハ大動脈瓣ニ加ヘラレタル壓ノ少ナカリシタメナリ。

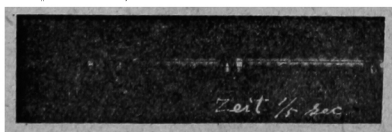
第3項 犬灌流心臟ノ左房室瓣ヲ破壊セル場合ノ心音描寫

(I) 實驗方法

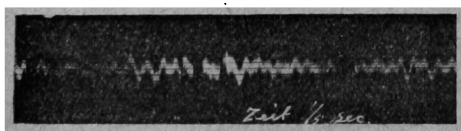
左心房ヨリ入りテ、其ノ左房室瓣ヲ破壊シ、本節第2項(I)ニ記述セルト同様ノ方法ニテ描寫セリ。

(II) 實驗成績並ニ觀察

第 7 圖 (1)



(2)



第7圖(1)及ビ(2)ハ其ノ描寫曲線ナリ。

(1)ニ於テバ曲線ヲ認メズ。(2)ニ於テハ定型的ナル第1心音曲線ヲ認メズ。尙ホ本實驗終了後剖檢セン結果房室瓣ハ殆ド除去サレ且心室内腔ニ液ノ極少量ヲ認メリ。尙ホ他ノ例ニ於テ房室瓣ノ

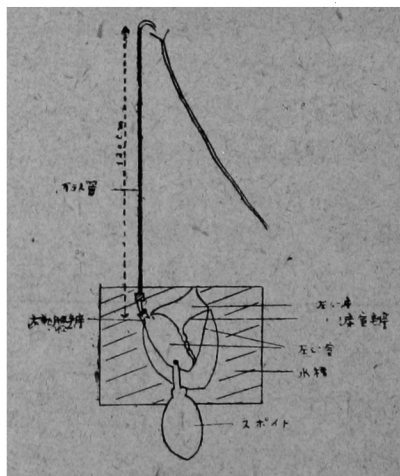
除去不完全ニシテ心室内腔ニ液ノ尙ホ中等量存在セシ場合ニ不完全ナガラ第1心音曲線ト思ハル曲線ヲ得タ例モアリタリ。

第4項 搏動止ミタル犬摘出心臟ノ人工的操作ニヨル心音描寫

(I) 實驗方法

搏動止ミタル摘出心臟ノ左心室壁ヲ穿孔シ第8圖ニ示セル如ク「スポイト」ノ先端ヲ心室内ニ挿入

第 8 圖



シ且大動脈ニ連結セル「カニューレ」ヲ直立セル「ガラス管」ニ短キ厚壁「ゴム管」ヲ以テ連絡ス。コノ場合心臟全部水槽中ニ入レ、且心臟及ビ「スポイト」内ニ空氣ノナキヤウ特ニ注意セリ。カクシテ「スポイト」ヲ壓スレバ、水ハ大動脈瓣ヲ通シテ直立セル「ガラス管」中ニ上昇シ、壓ヲ去ル時瓣ハ水柱壓ニヨリ強ク閉鎖ス。

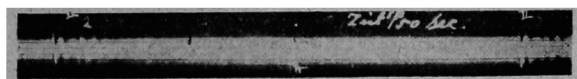
(II) 實驗成績並ニ觀察

第9圖(1)及ビ(2)ハ其ノ描寫曲線ナリ。

第9圖 (1)



(2)



→ 印進行方向

(1) 及ビ (2) ニ於ケル II_1 (振動數 94) 及ビ II_2 (振動數 100) ハ大動脈瓣ノ閉鎖時ニ起リシ曲線ト考ヘラル。而シテ第9圖(1)ニ於テハ無數ノ振巾大ナル振動數 200 ニ達スル描寫曲線アリ。コレハ「スボイド」ノ嘴ノ心室内ニ於ケル部分ニ於テ「スボイド」ニ壓ヲ加ヘタル際水ノ流動竝ニ渦流ニヨリ生ゼシモノト考ヘラル。

第3章 總括竝ニ考按

以上ノ成績ヲ總括考按スルニ

1) 心臟模型實驗ニ於テ注射筒ノ活用ニヨリ瓣附近ニ生ジタル振動數約 70 (第1表參照) ヲ有スル渦流ニヨル渦音ト認定スベキ描寫曲線ヲ得タリ。今之ヲ生體心臟ニ就キ考ヘルニ、心室收縮ニ際シテ血液ハ大動脈口ニ向ツテ奔流スル。其ノ際心室内部ニ於テハ房室瓣(乳頭筋、肉柱ヲ含メテ)ト室壁ノ間或ハ大動脈ノ移行部(大動脈瓣、室壁、大動脈基始部等ヲ含ム)附近ニ於テ渦流ガ生成サレ得ルコトハ前記實驗ニヨリ容易ニ考ヘラル。而シテ渦流ニヨリ發生スル渦音ハ室壁ニ傳波サレテ心音生成ノ必須ノ要因トナル。

2) 大ノ灌流心臟ニ於テ明カニ第1心音曲線ヲ得タルニ拘ハラズ、其ノ房室瓣ガ殆ド破壊サレ且心室内腔ニ液ノ少ナキ場合、其ノ描寫寫眞ニ第1心音曲線ヲ認メヌカ或ハ第1心音曲線ノ基本形ノ消失セル點ヨリ考フル時ハ第1音生成要因ニ房室

瓣ノ存在竝ニ心室内腔ヲ或ル程度滿シ得ル液ノ存在ノ必要ナコトガワカル。

3) 搏動止ミテ間モナキ大摘出心臟ノ左心室壁ヲ穿孔シ「スボイド」ニヨリ、水ヲモツテ左心室内壓ヲ高メシ後直チニ壓ヲ去リシ場合其ノ描寫曲線ニ於テ振動數 94 ト 100 トヲ有スル曲線ヲ得テキル。之ハ一度内壓ヲ去リシタメ、内壓ヲ高メシ場合ニ開イテキタ大動脈瓣ガ急ニ閉鎖緊張シテ振動ヲ起シ音ヲ發セシモノト考ヘラル即チ心室弛期ノ初メニ於テ大動脈瓣ガ急ニ閉鎖緊張シテ振動シ第2心音ヲ形成セシモノト考ヘラル。

以上種々ナル實驗成績ヨリ心音生成要因ニ就キ特ニ強調シタキ點ハ心室内部ニ於テ發生スル渦流運動ニヨリ生ズル渦音が第1心音生成ニ與リ同時ニ房室瓣ノ閉鎖時ニ瓣ノ緊張振動シテ發スル所謂 Klappen Ton ヲ主要ナルモノトス。而シテ本實驗ニ於テ第1心音ノ振動數(第2表參照) 130 ヲ算スル曲線ヲ得タル點ヨリ考フレバ Ludwig 等ニヨリ提唱サレタル筋音說ナルモノハ餘リ關係ナキモノト考ヘ得ベク、又房室瓣ノ破壊セル實驗ヨリ考フルモ所謂筋音說ニ對シテハ賛意ヲ表シ難シ。

第4章 結論

以上ニヨリ心音生成要因ニ就キ結論スルニ

1) 第1心音ノ主因ハ心室内部ニ於テ發生スル渦流運動ニヨル渦音ノ室壁ニ傳波セシモノト、房

室瓣ノ閉鎖時ニ於テ瓣ノ緊張振動ニヨリ發生スル
Klappen Ton = シテ心筋ガ短縮スル際ニ發スル
Muskel Ton ハ全ク關係ナシ。

鎖スル際ニ緊張シ振動ヲ起シテ發スル所謂瓣音ナ
 リ。

2) 第2心音ノ主因トシテハ大動脈瓣ガ弛期ノ
 初メニ於テ心室内壓ト大動脈ノ血壓ノ差ニヨリ閉

掘筆スルニ臨ミ終始御懇篤ナル御指導ト御
 校閲ヲ賜ハリタル恩師生沼教授ニ深謝ス。

主 要 文 獻

- 1) *Einthoven u. Geluk*, Pflüger's Arch. f. d. ges. Physiol., 57, 617, 1894. 2) *Hess, W. R.*, Pflüger's Arch. f. d. ges. Physiol., 180, 35, 1920. 3) *Kasem-Bek*, Pflüger's Arch. f. d. ges. Physiol., 47, 53, 1890. 4) *Schütz*, Zeitschr. f. Biol., 39, 353, 1929. 5) *Schütz*, Zeitschr. f. d. ges. exper. Med., 67, 751, 1929. 6) *Schütz*, Zeitschr. f. d. ges. exper. Med., 77, 348, 1931. 7) *Yosioka*, Act. Schol. Med. Nniv. imp. Kioto. 14, 252, 1932. 8) *Yosioka*, Ibid, 14, 265, 1932. 9) *Yosioka*, Ibid, 14, 258, 1932. 10) *Yosioka*, Ibid, 14, 332, 1932. 11) *Pohl*, Mechanik u. Akustik, 1, 146, 1931. 12) *Walter*, Handbuch. d. norm. u. Path. Physiol., 1/VII. 13) *Hess*, Handbuch d. norm. u. Path. Physiol., 2/VII, 888, 1927. 14) 福田, 生物學者醫學者用物理學, 上, 126, 1938

Aus dem physiologischen Institut der medizinischen Fakultät Okayama
 (Vorstand: Prof. Dr. S. Oinuma).

Über die Herztöne.

Von

Kazumasa Okuda.

Eingegangen am 8. September 1942.

Der Verfasser machte eine Serie der Experimente an von ihm aus Glass und Gummiklappen konstruierten Modelle, und der von Tier herausgeschnittenen Hundeherzen (im Chloralhydrat aufbewahrten weich und elastisch gehaltenen Hundeherzen) sowie auch der überlebenden schlagenden Hundeherzen angestellt. Die Herztöne wurden mittels Mathew'sches Oszillographs nach Überführung zur elektrischen Strom durch Magnoskop registriert. Das Resultat ist folgendermassen.

1) Der erste Herzton ist erzeugt durch die elastischen Schwingungen, welche beim Zuschliessen der Atrio-ventrikularklappen entstehen, und die dabei unfehlbar begleitende Wirbelbewegung des Blutes. Im Lehrbuch noch betonter Muskelgeräusch hat keinen Belang.

2) Der Hauptmoment des zweiten Tons entsteht wie man gewöhnlich behauptet beim Anspannen bei dem Zuschliessen der Aortenklappen. (Autoreferat)