



實驗生理學

EXPERIMENTAL PHYSIOLOGY

Evans and Kilborn

易文士
同編
啟真道

實驗生理學

中華民國廿三年
六月
西曆一九三四年

中華醫學會出版

序

一九二一年易文士教授首著華文生理學實驗本一書，全國各醫科學員幾乎一致採用，咸稱便利，故用華文教授之生理學教員不能不向易教授致謝也。原書共僅三十三頁，內容較小，但三年後曾經一度修正。著者此次雖新加上數項實驗，而首創之功，實在易文士教授。

本書內容係根據華西協合大學醫牙學院生理實驗課程編輯，而此課程又從易教授原著及本校生理儀器設備增加逐漸擴充而來者。近來本校生理實驗鐘點減少，以致每班不能將各實驗悉行全作。故凡採用本書各校亦可就其儀器設備之範圍而酌量增減所舉之實驗。本書之所以用活頁裝訂者，意在此也。

本書各實驗須在教員指導下完全由學員自作之，而特別在哺乳動物，外科手術，人類新陳代謝及氣體分析時，更須教員詳細指導。最好將全班學員分為二人一組，但遇哺乳類實驗時則須六人一組，以便輪流作麻醉師，手術者，助手，記錄員，儀器管理員，及總雜務員等。

本書所收集各實驗材料之來源無定，大概來自 Fraser, Hartman, Macleod and Olmsted; Burton-Opitz; Cannon; Anrep and Harris. 等，實驗生理學。本書又蒙陶有榮，丁祥清二醫師助譯成華文，及馮大然，彭子富二君細心校閱，著者於此深表謝忱焉。

啓真道序于成都華西協合大學

一九三四年，六月

PREFACE

In 1921 Dr. Philip S. Evans, Jr., produced the first laboratory manual of physiology to be published in Chinese. It was a small paper-covered book of some thirty-three pages. Three years later this was revised, and the present writer added a few experiments. This little book was probably the basis of most of the courses in experimental physiology taught in this country. However, Dr. Evans would be probably the first to admit its inadequacy, but all teachers of physiology, who use the Chinese language, must be forever grateful to Dr. Evans for his pioneer work.

The present manual is based on the laboratory course that is taught in the College of Medicine and Dentistry of the West China Union University. This course has been worked out from the foundation provided by Dr. Evans' original manual, and has been gradually enlarged as the equipment of the College has grown. However, with a recent reduction of the number of hours permitted to the course in experimental physiology, it is no longer possible for each class to perform every experiment. But, as the available equipment in different schools will vary somewhat, a larger number of experiments are included than it is probable any one class will have time to perform. The loose leaf system of binding will permit additions (or subtractions) to be easily made.

All the experiments included in this book are performed by the students themselves, although frequently it is necessary that the instructor give rather careful supervision, especially in some of the mammalian operative work, and in the experiments on human metabolism and gas analysis. For the more elementary work the class is divided into sections of two students. In the mammalian work, each student group consists, ideally, of six students. Each member of the group acts, in turn, as anesthetist, surgeon, assistant surgeon, secretary, superintendent of apparatus and general assistant.

No claim to originality in the experiments is made. Our thanks are due to the authors of many laboratory manuals from whom we have drawn rather heavily. Among these we may name the books by Fraser, Hartman, Macleod and Olmsted; by Burton-Opitz; by Cannon; and by Anrep and Harris. This, however, by no means exhausts the sources of our help. Finally, our thanks are due to my former students, Drs. Y. Y. Tao and H. C. Din, for help in translation, and to my colleagues, Messrs. D. R. Feng and D. F. Pen, for reading much of the manuscript and making certain alterations in the text.

LESLIE G KILBORN.

West China Union University,

Chengt'u, Sze.

June, 1934.

CONTENTS 目錄

SECTION A, NEUROMUSCULAR SYSTEM.

甲部 肌及周圍神經系統

The Frog Muscle-Nerve Preparation	蛙肌及神經之預備法	1
The Classes of Stimuli	刺激之種類	3
Simple Muscle Contraction	單純性肌收縮	5
Summation of Stimuli	刺激積聚	7
The Rheoscopic Frog	蛙肌與神經當作檢電器之用	7
The Effect upon Height of Contraction and upon Work Done, of Increasing the Load Lifted	遞增重量於肌觀其縮度之高低與工作之大小	9
Fatigue from Repeated Single Contractions	迭次用單純電流刺激致肌疲倦	9
The Contraction Curve of Muscle	察驗肌收縮之三期	11
Tetanus	肌之強直性收縮	13
Independent Irritability of Muscle	肌之獨立應激能	15
The Effect of Temperature on Muscle Contracture	肌收縮與溫度之關係	15
The Rhythmic Activity of Involuntary Muscle	不隨意肌節律運動	17
Ciliary Motion	細毛運動	17
Nerve Impulses Conducted in Both Directions	神經纖維之兩向傳興奮	19
Stimulation of Nerve by Direct Current	神經受恆電流之刺激	21
Demonstration of the Current of Injury and the Current of Action in Nerve	表明神經損傷電流與動作電流	23
The Reflex Frog	觀察反射之蛙	25
Inhibition of Reflexes	反射之抑制	25

SECTION B, THE CIRCULATION OF THE BLOOD AND LYMPH.

乙部 血循環及淋巴

Experiments with the Frog's Heart	蛙心之實驗	1
Experiments with the Turtle's Heart	龜心之實驗	3
The Physiological Anatomy of the Mammalian Heart	哺乳類心之生理解剖學	5
Demonstration of the Action of the Valves of the Heart (Experiment of Gad)	心瓣作用之示教	7
Perfusion of the Isolated Mammalian Heart through the Coronary Arteries	哺乳類心冠狀動脈之體外引注法	8
Perfusion of the Bloodvessels of the Frog	蛙血管之引注	11
Mammalian Hemodynamics	哺乳類之血流力學	12
Various Factors Affecting Arterial Blood Pressure	能改變動脈血壓之數種要因	15
Capillary Circulation	毛細血管循環	17
The Direct Demonstration of Vasoconstrictor Fibres by the Plethysmographic Method	用器官體積描記器法直接表示血管收縮神經之作用	18
The Heart Sounds	心聲	19
Blood Pressure in Man	人之動脈血壓	20

Polysphygmograms	複寫脈搏圖	21
Lymph Formation	淋巴之造成	23

SECTION C. THE RESPIRATION SYSTEM AND METABOLISM.

丙部 呼吸系統及新陳代謝

Qualitative Measurements of Respiratory Movements	呼吸運動之定性記錄法	1
Quantitative Measurements of Respiratory Movements	呼吸運動之定量記錄法	3
The Determination of Basal Metabolism, Method I	基礎新陳代謝(第一法)	8
The Determination of Basal Metabolism, Method II	基礎新陳代謝(第二法)	12
Gas Analysis	氣體分析法	15
The Energy of Walking	人行走時需要之能力	18
The Metabolism of Small Animals	小動物之新陳代謝	1
Body Heat and its Regulation	體溫及其節制法	1

SECTION D. THE DIGESTIVE SYSTEM, KIDNEY AND ENDOCRINE GLANDS.

丁部 消化系統，腎，及內分泌腺

Salivary Secretion	涎腺之分泌作用	25
The Control of Pancreatic Secretion; The Secretion of Bile.	胰腺分泌之節制 胆汁之分泌	26
Movements of the Intestine	腸之運動	27
Kidney Function	腎排泄尿之作用	27
The Relation of the Thyroid Gland to the Development of the Tadpole	甲狀腺與蝌蚪發育之關係	1
The Effects of Adrenalectomy	腎上腺截除後之效果	7
The Action of Insulin	胰島素之作用	5
The Effects of Ovariectomy	截除卵巢術之效果	7

SECTION E. THE ORGANS OF SPECIAL SENSE.

戊部 特別感覺器官

Cutaneous and Muscular Sensations	皮及肌之感覺	1
Vision	視覺	1
Ophthalmoscopy and Retinoscopy	檢眼鏡用法及視網膜鏡檢法	7
Taste, Smell, Hearing	味覺, 臭覺, 聽覺	5
Equilibrium and the Semicircular Canals	平衡覺與半規管之作用	8

SECTION F. THE CENTRAL NERVOUS SYSTEM.

己部 中央神經系統

Reflex Action in Man	人體之反射作用	1
Reflex Time and Reaction Time in Man	人之反射時及人之反應時	3
Reflex Action in Mammals	哺乳類之反射作用	5
Cerebral Localization, Decerebrate Rigidity, Functions of the Spinal Nerve Roots in the Mammal	大腦區域定位法, 斷腦強直, 哺乳類脊神經根之作用	6
The Decerebrate Cat	截除大腦之貓	8
The Decerebrate Pigeon	截除大腦之鴿	11

實驗第一 蛙肌及神經之預備法 The Frog Muscle-Nerve Preparation.

用左手將蛙握住，以左食指屈其頂，則枕脊結合微現有凹處。用刀尖刺於凹處，並將脊髓割斷，用鈍針或竹籤深刺入顱腔左右攪之，再將針或籤反回穿入椎管，若所作合法，祇一二秒鐘則蛙之全體柔軟毫無知覺矣。

再於蛙之前肢後，用大剪將體橫斷為前後兩段，將骨盆及腹內臟腑盡行去掉，惟宜留心勿傷脊神經，因神經在體腔內皆顯露，易於受傷，又順脊柱中線將體剪為兩半，將不用之腿置在一旁，此腿之皮不可損壞，因皮能保護皮下之組織不乾，將所用之腿之皮剝去而拋棄之，此皮之外面切不可接近神經和肌肉，因其泌出一種傷害組織之分泌物，隨即將剝露之腿置於潔淨之玻璃片上。

腓腸肌最便於試驗之用，分布此肌之坐骨神經在股背面髂腓肌與半膜肌之間，仔細分開上述二肌，以露出坐骨神經，直到盆部，剪斷犁狀肌，將尾骨髂肌從尾骨剪下，僅慎勿傷其下之神經，用鉗提起已剪作一半之椎骨，從肌間將坐骨神經之三枝提起，提起時不可將神經牽伸，剪斷其一切小枝，使神經完全分離直至股骨下端，置神經於腓腸肌上，將附麗股骨下三分之二之肌肉從其附麗處割去，於離股骨下端半寸處剪斷股骨，將腓腸肌從脛腓二骨分開，在踝關節下剪斷跟腱，在膝關節下剪斷脛腓二骨。

試驗蛙時務須記憶蛙肌及神經最易受傷，故切不可用濕子捏之，試驗時須常以滴管吸 0.7% 之氯化鈣溶液潤濕之，所用之蛙肌與神經割出後可用一濕玻璃蓋之，以免組織因蒸發而乾燥。



第一圖

A. 蛙之腹面

- 1, 腓腸肌 2, 脛骨前肌 3, 股薄肌 4, 內收大肌
5, 縫匠肌 6, 內收長肌 7, 股內側肌 8, 迷走神經
9, 舌咽神經 10, 舌下神經 11, 喉上神經

B. 後肢背面

- 12, 股直前肌 13, 股外側肌 14, 半膜肌 15, 腓骨肌
(From Fraser, Hartman, Macleod and Olmsted.)

實驗第二 刺激之種類 The Classes of Stimuli.

在架上安置股骨鈹，鈹與棹面之距須高如燒杯，將上備腓腸肌之股骨，夾於鈹內，置坐骨神經於覆置之燒杯底上。

(一) 機械刺激 Mechanical Stimuli

用鑷捏神經之近椎骨段，觀察其對於肌肉之效果如何？又用鑷於神經上次受刺激處與椎骨間捏，觀察肌肉有無反應？學員試述機械刺激之一缺點，並舉出體內神經受機械刺激之一例。

(二) 溫度刺激 Thermal Stimuli

用一燒熱之玻棒接觸神經，其效果如何？又在神經受刺激處與椎骨間用熱玻棒刺激之，觀察其效果。

(三) 物理化學刺激 Physico-Chemical Stimuli

使神經漸漸變乾，注意在變乾歷程中，肌肉有無動作，學員此時可知防止體外神經變乾之原因矣，用以上之任一方法再刺激神經，觀其有無效果，若神經機能失去，可數次用0.7%之氫化鈉溶液潤濕之，觀其機能能否還原。

將蛙腿之腓腸肌割下，浸其一半於15%氫化鈉溶液中，觀其甫浸入時至十五分鐘期間之經過如何，將蛙之縫匠肌割下，浸其一半於蒸溜水內，注意肌肉有無運動，及其長短，體積，顏色有無改變。

上之神經變乾實驗，可表明神經失水時則神經內有改變，此改變能使肌肉受刺激而顯出不規則之收縮，活體在正常情形時無此種現象者，乃因與組織接觸之液體（血與淋巴）內之溶解物之濃度與組織內者相同，故欲在體外保持組織之生理情形，則須常用生理鹽液 Physiological Saline 以潤濕之，此液即常用於冷血動物之千分之七之氫化鈉等滲溶液，而千分之九之氫化鈉溶液為哺乳類之等滲溶液。

活體內除氫化鈉外尚有其他數種鹽類，故欲得更與血漿相似之液體，可照下法預備之。

蛙之任氏溶液 Ringer's Solution for Frogs.

	百分數
氫化鈉	0.6
氫化鉀	0.0075
氫化鈣(晶)	0.026
重碳酸鈉	0.01

哺乳類之羅氏溶液 Locke's Solution for Mammals.

	百分數
氫化鈉	0.92
氫化鉀	0.042
氫化鈣	0.024

重碳酸鈉	0.015
右旋糖	0.1

(四) 電刺激 Electrical Stimuli

甲 恒電流刺激 Using Direct Current

將鉗電極連於電池，而於電池與電極之間連以起止電鑰，以司電之起止。（凡實驗時所用電池通常連以起止電鑰。）連畢，將電極置於舌上，用電鑰起上電流，試看舌於何時方覺有刺激，是在起時或在止時抑或在正流時，並覺其刺激力在起，止，流三時何時較大。

乙 感應電流刺激 Using Induced Current

(一) 單純感應電流刺激 Single Induction Shocks

將電池銅絲連於感應機之中左二柱，再於電池與感應機之間連以起止電鑰，後將鉗電極連於次流匝卷之極，連畢，置電極於舌上，先將次流匝卷移至感應機之遠端，隨即起閉電鑰，覺有刺激否？若有刺激則查試其刺激在原流輪道之起時或在止時抑或在正流時，並比較起，止，流三時，何時刺激力較大，繼將次流匝卷漸漸向近端移動，查試次流匝卷之遠近與刺激力之大小有何關係？

(二) 自由起止感應電流刺激 Using the Automatic Interrupter.

將電池銅絲連於感應機之二外柱，照(一)法辦理，後將次流匝卷移於電力大小適中之處，先按水平安置，察其電力之大小。繼則漸漸向上斜起，察其電力之大小。終則豎起成垂直式，察其電力之大小，如此學員可講明乙(一)與(二)二種電流，比較其刺激之時與刺激之力有何不同。

實驗第三 單純性肌收縮 Simple Muscle Contraction.

(甲) 直接刺激肌 Direct Stimulation of the Muscle

用實驗二剖出之腓腸肌與股骨，剪去其神經，將股骨夾於肌鉗，用雙鉤將肌下端肌腱連於畫針上，將肌兩端用細銅絲連於感應機次流匝卷之極，並將電池連於感應機之中

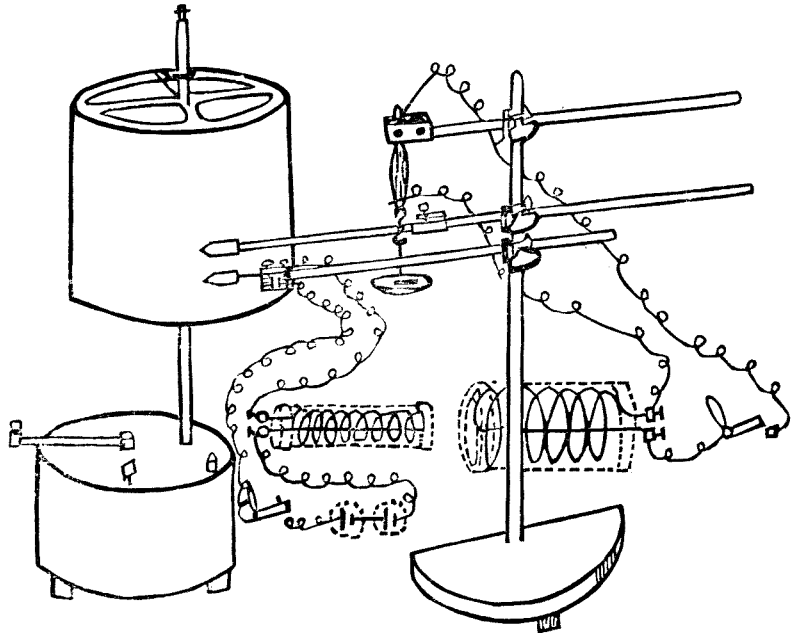
左二柱，使發生單純刺激，(見圖二)輪流啓閉原流輪道內之電鑰，即可使肌收縮，先置次流匝卷於遠端，即肌受刺激不縮之處，繼將次流匝卷漸漸向近端移動，至在煙鼓上顯有最小有效止電之肌縮記錄時，又將次流匝卷漸漸向近端每次移動半圈，每移動一次後，先用起電刺激肌，隨用手轉煙鼓一耗，再用止電刺激，復轉煙鼓一耗，然後將次流匝卷移近半圈，如前

法用起及止電刺激之，如此可得最小肌收縮至最大肌收縮之煙紙記錄，並可表明肌收縮之大小與刺激之大小之關係，但至肌收縮最大時，則不可將次流匝卷再向感應機近端移動；因刺激過大，肌將受傷。

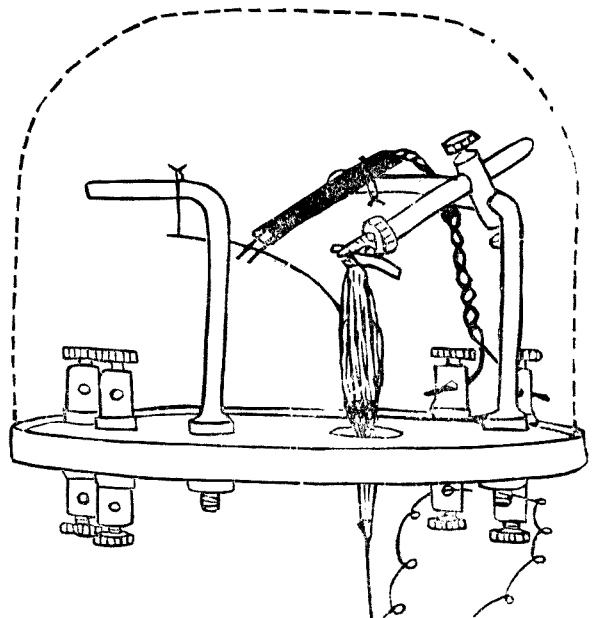
(乙) 間接刺激(即刺激神經)

Indirect Stimulation of the
Muscle (Stimulation of the Nerve)

將蛙之腓腸肌與坐骨神經剖好，懸於濕玻璃鐘內，於鐘內架上縛鉗電極，置神經於其上，照(甲)段實驗之，須察其直接刺激與間接刺激之結果有何不同(見圖三)。



第二圖 實驗第三(甲)儀器之安置法



第三圖 實驗第三(乙)濕玻璃鐘內肌肉及神經之安置法

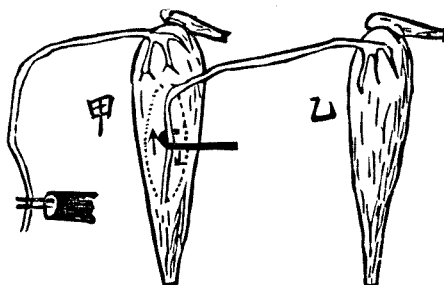
實驗第四 刺激積聚 Summation of Stimuli.

預備蛙肌與神經，及懸於濕玻璃鐘內，與實驗第三乙段相同，用單純感應電流使發生單純之刺激，將次流匝卷置於感應機遠端，用止電流刺激之，開始不見肌收縮，慢慢向近端移動，待一見肌收縮，即退回少許，至肌不縮之地位為止，再速啓閉電鑰，頻次刺激之，觀其收縮否？（本實驗所用之肌可留為實驗第五之用）。

實驗第五 蛙肌與神經當作檢電器之用 The Rheoscopic Frog.

預備二蛙肌與神經，（若實驗第四所用者尚新鮮可用，則祇另備一肌與神經便可）。

將二蛙肌與神經置於一潔淨玻璃片上，置甲肌之神經於鉗電極上，再置乙肌之神經於甲肌上，用玻璃鈎鈎起乙肌神經之中段，僅使其兩端着於甲肌（見圖），此時用單純感應電流刺激甲肌之神經，則甲神經生興奮傳至甲肌而甲肌收縮，甲肌一縮即生電刺激乙肌之神經，以致乙神經生興奮傳至乙肌，而乙肌收縮，若用單純之電流刺激甲肌之神經，則乙肌亦顯單鈍之收縮，若用迭次之電流刺激甲肌之神經，則乙肌亦顯迭次之收縮。



第四圖 刺激與神經當作檢電器之用

按此理，如將一肌之神經置於正衝動之心上，使神經一端依近心底，一端依近心尖，並以玻璃鈎將其中段鈎起，則心縮時生電刺激此肌之神經，即由神經傳興奮而令此肌收縮矣。

實驗第六 遞增重量於肌觀其縮度之高低與工作之大小

The Effect upon Height of Contraction and upon Work Done, of Increasing the Load Lifted.

將蛙之腓腸肌剖出，使肌與一特別之載重架相連，並連肌於次流匝卷之極，且於原流輪道連以起止電鑰，對好畫針下之支重螺絲物，使肌於弛緩時不至受重量之牽引，而於肌收縮時重量又可以被提起，試驗時用肌收縮最高度之單純感應止電流，先將空盤試驗，後遞加砝碼，每次加五克，加至肌不能提起時為度，每加砝碼一次須刺激三次，求出三次肌收縮之平均高度，每刺激一次需使肌休息片時，並使每次休息之時間必須相等，試畢，可稱畫針與空盤之重量，即能計算肌收縮所提起之重量，（畫針空盤與砝碼共有之重），且須作一肌工作之曲線，求肌工作之法，即將肌收縮之高度乘肌所提起之重量，學員須知肌收縮之高度，非畫針在烟鼓上所畫之高度，試用幾何學法以求出真正肌縮之高度。

去支重螺絲物，照上法再作此實驗，學員須講明此二種工作曲線之區別。

實驗第七 迭次用單純電流刺激致肌疲倦

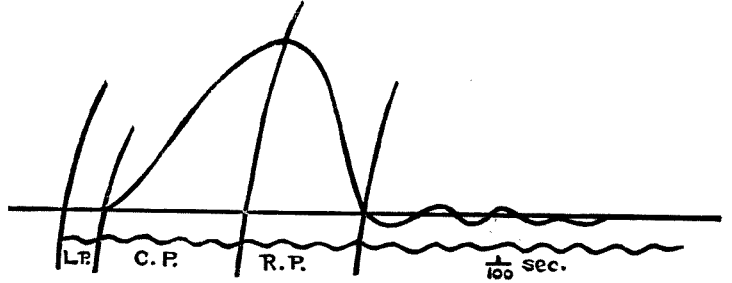
Fatigue from Repeated Single Contractions.

損壞蛙之腦，謹慎使血液流出愈少愈佳，先將兩腿對腓腸肌處之皮剪一小口，使肌腱露出，穿以“S”形鉤，剪斷肌腱之下端，次將蛙體置於蛙板上，釘隱其四肢勿令兩膝關節移動，惟勿阻礙其右腿血之循環，再次將左腿縛緊以阻止其血循環，宜先實驗右腿如下：用細銅絲將感應器次流匝卷之一極，與肌腱相連，將其他極與膝關節相連，連感應機之原流匝卷於秒針，預備感應機使發生單純最高度之刺激，用線一端繫於穿過肌腱之“S”形鉤上，他端則繞過一滑車後而繫於畫針，使畫針畫於烟鼓上，畫針之下繫以三十克之重量，對好支重螺絲物，使肌只於收縮時提起所加之重量，在未作實驗之前，切不可刺激肌，至實驗時，須令烟鼓緩緩轉動，每一秒鐘刺激肌一次，直至畫針不復由底線升起時，即停止刺激五分鐘，後再行刺激，仍至肌不收縮為止，如此所畫之記錄當顯出三種現象，（一）階梯形現象，（二）攣縮，（三）疲勞。試畢，將左腿照右腿之試法試驗之，以比較無血循環與有血循環二腿之應效有何不同，有血循環之腿，或不達到十分疲倦之狀況，然漸漸刺激，收縮波亦漸漸短小，及短至一定之限度，是謂疲勞之地位，若刺激慢至三秒一次，則疲倦之地位改變，即收縮波較高，學員須將本實驗所試出之各種情形及各種效果，一一講明之。試畢，將所試驗之二肌各分切兩段，於切面試以若干分之七之氫化鈉溶液所浸之石蕊紙，考察其有何應效，再取本蛙前腿未經刺激之肌，亦用石蕊紙試驗之，比較其應效有何不同。

實驗第八 察驗肌收縮之三期 The Contraction Curve of Muscle.

預備蛙之腓腸肌，連於次流匝卷之極，於原流輪道加一特別壓逼止電鑰，待烟鼓轉動時可以衝開電鑰，並加一記時針，以記電流止之時，次令烟鼓上升使離開轉動機，即可用手轉動之，(或用彈條計波器及其上之特別電鑰)將每秒顫動一百次之音叉安於計時針之下，使其倚着烟鼓之處

，與畫針及計時針倚着之處成一垂直線，佈置已妥，教員即講明作此實驗之法。於所得之曲線上量出(一)肌隱匿期，(二)肌收縮期，(三)肌弛緩期，(見圖)量各期長短之法，自肌受刺激之點，至劃針初離底線之點，其間即為穩匿期，用畫針從曲線



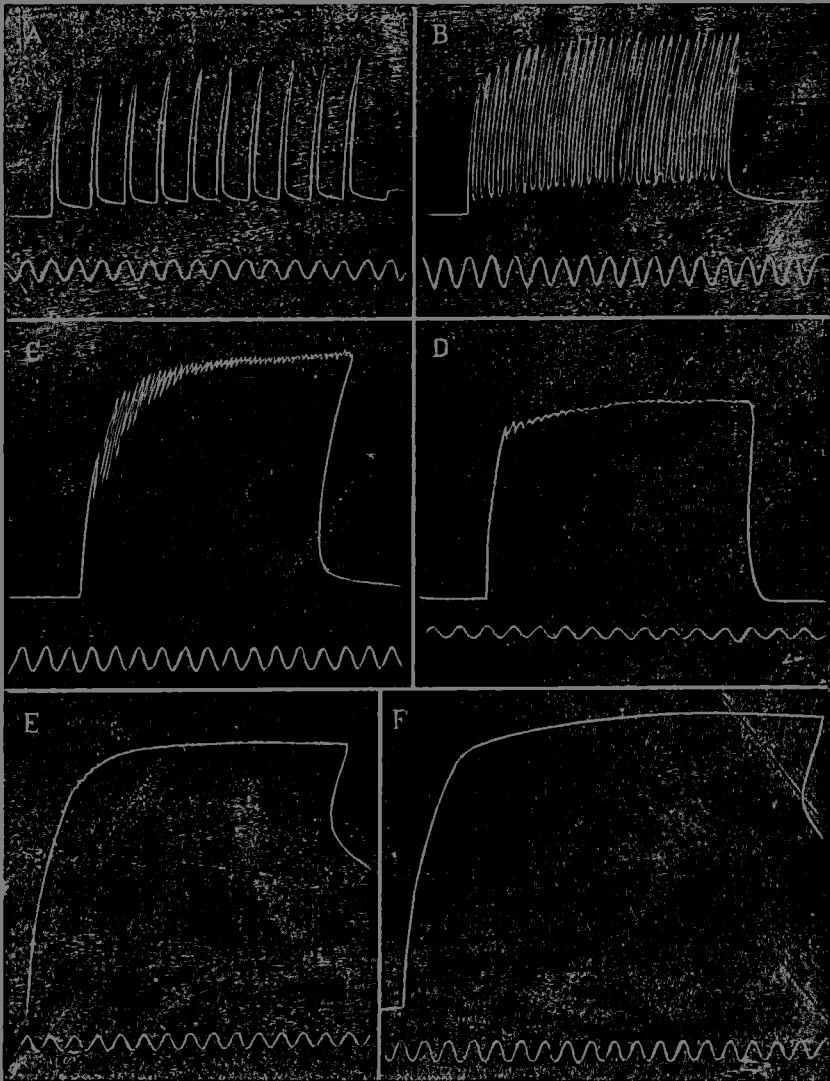
第五圖 肌收縮之三期

L.P. 隱匿期 C.P. 收縮期 R.P. 弛緩期

之最高點畫一弧線，使與底線相交。從起始收縮之點至弧線最高之點為收縮期之長，自弧線最高之點至其與底線再交之點為弛緩期之長。

實驗第九 肌之強直性收縮 Tetanus.

將蛙之腓腸肌割出，掛於架上，並連於畫針，使提約十五克之重量，而連於次流匝卷之極，次將電池連於感應機之中左二柱，移次流匝卷至能令肌之縮力最高之處，若將起止電鑰啓閉甚速，一啟一閉幾至連續，則於記錄上亦顯出單純肌收縮之形狀，但用起止電鑰，使每隔一定之時間刺激一次，且令此相隔之時間漸漸減短，（如每秒一次及每秒二次，與每秒四次及每秒八次者）。則可以得強直性收縮之記錄，末用自由起止感應電流刺激，並可以得完全之強直性收縮，因其刺激更速也。（見圖）



第六圖 以累次感應電流刺激蛙腓腸肌，所得之烟紙記錄。漸次增加由 A 圖至 F 圖之刺激速度，自每分鐘一次至三十次。

From H. H. Purkinje

實驗第十 肌之獨立應激能 Independent Irritability of Muscle.

若將枯拉拉注射入動物體內，則使神經之末稍癱瘓，但神經纖維仍能傳興奮。

蛙之腦損壞後，將二後腿之坐骨神經各剖出一短段，腿用線從坐骨神經之下穿過，將腿縛緊，以止其血之循環，於是用百分之一之枯拉拉溶液二至四滴注射入蛙背之淋巴竇內，每隔片時用自由起止感應電流刺激坐骨神經，則於數分鐘內有血循環之腿之肌不縮，或僅微縮，至此以電極直接刺激肌即見肌縮。此可證明神經之末稍雖癱，而肌仍有其獨立之應激能。又用自由起止感應電流刺激已縛大腿之坐骨神經，其肌亦縮，此可證明血循環雖將枯拉拉帶至神經各處，而枯拉拉亦不能毀滅神經纖維之傳導能也。

實驗第十一 肌收縮與溫度之關係 The Effect of Temperature on Muscle Contraction.

照前法預備腓腸肌一條，先將L形玻璃鈎之長端夾在架上，繼將股骨用線繫於L形玻璃鈎之短端，用線縛緊肌腱，使線繞過滑車與畫針相連，畫針上加十克之重量，並安一記時針，使其畫處適居畫針畫處之下，厥後用細銅絲將肌腱及股骨與次流匝卷之極相連，使感應機發生單純之刺激，再預備千分之七之氫化鈉溶液為浸蛙肌之用，茲將氫化鈉溶液溫度遞增之次序列下。

5°C. 10°C. 15°C. 20°C. 25°C. 30°C. 35°C. 40°C.

將肌浸入氫化鈉溶液，每次須足三分鐘。令烟鼓轉動甚快，肌浸過後即用單純電流刺激一次，於是可得單純肌收縮之記錄，每次煙鼓之速率，及單純之刺激力，皆須相等。

。

注意，不可移動繫肌之鐵柱，滑車，及畫針，以致肌緊張受溫度改變時，不得分辨。

。

實驗第十二 不隨意肌節律運動 The Rhythmic Activity of Involuntary Muscle.

先備一L形玻璃鈎，將柄段夾於架上，將鈎段置於盛任氏溶液 Ringer's solution 之燒杯，而燒杯置於大盆之水內，盆內水之溫度約百度表三十七至三十八度，另用一連於壓氣桶之玻管插入燒杯內之任氏溶液，以備使空氣慢慢流通。以上備妥，即從新鮮宰殺之兔之腹內，割出小腸一小段，長約二浬，務須記清割出小腸之上下兩端，可先於上端縛一線，繫於L形玻璃鈎上，然後於下端亦縛一線連於一輕畫針，使烟鼓倚於畫針，即將烟鼓緩緩轉動，則由小腸縱肌之慢慢收縮，使畫針畫於烟鼓上，俟畫出平常之收縮波多次，再看以下諸試驗法有何效果。

(甲) 停止空氣流通直至收縮波有改變後，又流通空氣使收縮波還原。

(乙) 使任氏溶液之溫度冷至與本室內之溫度同，後再加熱，仍令復其本來之溫度。

(丙) 加鹽酸腎上腺素於任氏溶液內使成十萬分之一之濃度，此步試畢，須更換浸小腸之溶液。

(丁) 將任氏溶液內之小腸提出，用起止電流刺激之。(恒電流，感應電流，自由起止感應電流)。

(戊) 用鑷子捏小腸肌，觀其收縮波朝何方向，並觀每次收縮波之方向是否相同，且觀電流刺激與機械刺激，何者之效力較大。

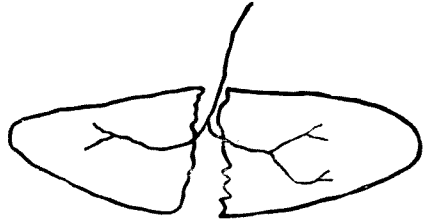
實驗第十三 細毛運動 Ciliary Motion.

將已經損壞腦之蛙釘於蛙板上又將其下頷及腹面之胸腹二壁一概割去，除食管與胃外，其餘內臟亦須一概除去，剪開食管，向兩邊展開並用針釘成一平面，置一小塊軟木於蛙之上顎，量軟木行動二浬時須用若干時間，其行動之方向如何？傾百度表三十度之等滲氯化鈉溶液於蛙之粘膜上，隨即將鹽溶液從粘膜傾去，量軟木行動之速率如何。吹醚之蒸氣少許於粘膜，又量軟木行動速率如何。

實驗第十四 神經纖維之兩向傳興奮 in Both Directions.

Nerve Impulses Conducted

損壞蛙之腦與脊髓，剖出股薄肌，謹慎連神經分出，於離肌最高之處將神經割斷，置肌及神經於潔淨玻璃片，用利剪剪肌為兩段，使分枝之神經各連於一段。(見圖)於是用弱自由起止感應電流刺激神經之一枝，則所生之興奮向兩向傳導，而使肌之兩段皆起收縮。



蛙股薄肌之兩端
一端之神經受刺激時兩端之肌即收縮

實驗第十五 神經受恒電流之刺激 Stimulation of Nerve by Direct Current

照下列之法預備不能分極之電極，用電流計試之。

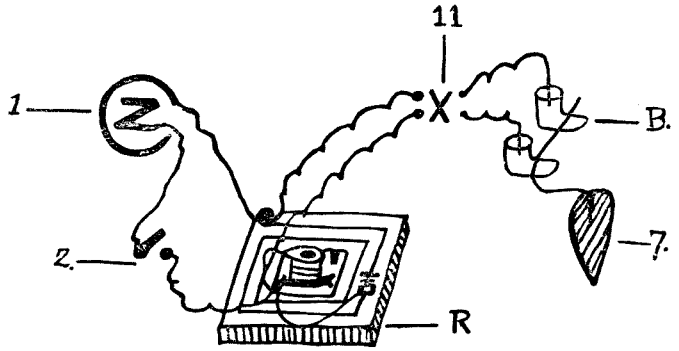
將蛙肌與其神經剖出，須謹慎勿傷其神經，掛肌於濕玻璃鐘內，置神經於不能分極之電極上，繼將二電極連於電池，此電輪道內須有起止電鑰，換路器，及電流調節器（加減阻物）（見圖）。如此裝置，按裴理氏律 Pflüger's Law 表明極弱，與中等，及強大電流之效果。欲為強大電流則除去加減阻物，倘電流仍不足，可酌加電池。

不能分極之電極預備法 Preparation of Nonpolarizable Electrodes. 例有二不能分極之電極，則二電極之結構必須相同，其游子之濃度亦須相同。

預備時每步皆須謹慎，照化學方法使之潔淨，即手指與夾電極之器，皆須除去各種水能溶解之質，安放電極之處亦須潔淨，最好可將電極安放在新濾紙上。（即初從包中取出者）。

預備電極用下列諸物：

（一）塗汞之諸鋅條，（二）鬆磁靴（即形如靴之器），浸入 11. 換路器 B.（鬆磁靴）不能分極之電極 R. 電流調節器千分之七之氫化鈉溶液內，（三）硫酸鋅之飽和溶液。



（一）鋅條之製法，將鋅條先用金剛砂紙（即硬砂紙），擦亮，次浸入百分之三十之氫氟酸溶液，少頃取出，慢慢移入汞內，待汞鍍上，即刻取出再用金剛砂紙擦之，使全條所鍍之汞成極勻一層，後洗於蒸餾水內，用淨濾紙擦乾，再安放於淨濾紙上。

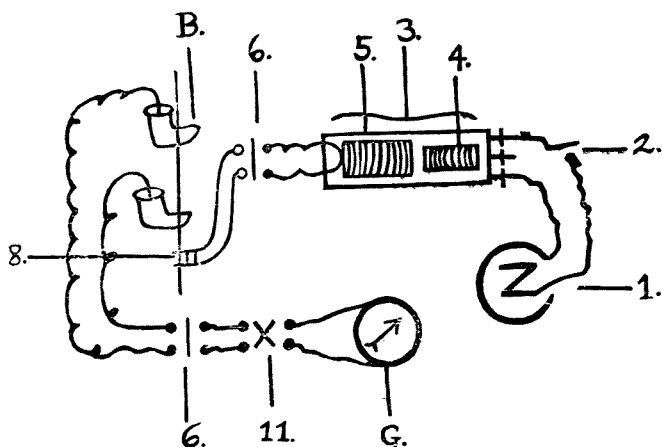
（二）鬆磁靴，先經千分之七之氫化鈉溶液浸過，後用潔淨鐮配置於已經備好電極之架上，（架曾先治潔擦乾）。無論預備或試驗，不可令有不潔之物觸靴，靴配置後，傾出所除之氫化鈉溶液，用一潔淨管謹慎將硫酸鋅飽和溶液加入各靴內，約至滿靴三分之二，後置載靴之架於濕玻璃鐘內令聯絡鋅條之銅絲結於鐘內之螺絲柱上，然後謹慎將鋅條放入靴內，不可使硫酸鋅溶液溢出，若見有溢出之狀，可用管吸出若干。

以上作法最宜謹慎，不可令有硫酸鋅溶液一滴滴於靴之外面，靴背凹處裝入千分之七之氫化鈉溶液，並用經此溶液浸濕之濾紙一塊放於靴尖上，將靴連於電流計，且於電輪道內加一換路器及短輪道電鑰。

若預備之電極為不能分極者，開短路電鑰則電流計上當無偏動，倘偏動過三耗，則須再作。

實驗第十六 表明神經損傷電流與動作電流 Demonstration of Current of Injury and the Current of Action in Nerve.

預備不能分極之電極，如實驗第十五，安放在濕玻璃鐘內，照實驗第十五試驗之，剖出蛙之坐骨神經，其剖端置在一電極上，其未傷之段置在另一電極上。將一對鉗刺激電極放於神經距不能分極之電極最遠處，並將電流計連於不能分極之電極，且在此輪道內加短路電鑰，與換路器，用一感應機連於刺激電極，使發生自由起止感應電流之刺激，並於次流輪道內加一短路電鑰(見圖)。先看損傷電流，次刺激神經而看傳興奮時之動作電流，試畢，可將電流計所指之度數作一報告。



6. 短路電鑰 8. 鉗製電極 11. 換路器
B. (鬆磁靴)不能分極之電極 G. 電流計

實驗第十七 觀察反射之蛙 The Reflex Frog.

在實驗前約二十分鐘預備反射之蛙，謹慎倚着頭顱，將延髓割斷，毀壞大腦，施行此法須有教員監視，能好放於涼處待用，並將掛蛙之鉤，醋酸與硫酸之溶液，烟鼓，記時針及記鑰，一切先行備好，再作以下之觀察。

(一) 須觀蛙之形狀，是否毫不動轉，全失平覺。

(二) 用鉤掛蛙之下頷，輕輕搔其一趾，觀其反射之運動。

(三) 如表明反射運動係有意之式樣，可用 5% 之淡醋酸浸濕小片濾紙而貼於蛙體數處，但每次實驗之後，須浸蛙於盛水之杯內洗去其酸。

(四) 先用弱自由起止感應電流刺激蛙一足之趾，漸漸將刺激之力增加，直至其反射之區域散佈到全體，觀其何處之反射最大，及其散佈之次序。

(五) 浸蛙足之趾於 0.2% 之淡硫酸至一定處，觀其趾至幾分鐘則從酸液縮回。作此記錄當用秒針，記鑰，與烟鼓，每隻後腿當作幾次。然後計算縮回時間之平均數。

(六) 試驗用番木鱉素後，其顯反射之時間，與應接能之改變，注射 0.1% 之番木鱉素溶液一滴於蛙背之淋巴竇，每幾分鐘時依本實驗之(二)與(五)兩條以觀察其結局，至終乃看出痙攣之反射。

實驗第十八 反射之抑制 Inhibition of Reflexes.

蛙腦損壞後，剖露左腿之坐骨神經，於近膝關節處將神經縛緊，並於縛處不遠將神經割斷，浸蛙右足於千分之五之硫酸內，觀其反應之時間長短。試畢，立即將酸洗去，洗後須令其休息數分鐘，次將鉑電極放於左腿露出之坐骨神經上，當右腿浸於硫酸內同時用弱自由起止感應電流刺激左腿之神經，若十五或二十秒鐘之後不見反射即將電流停止，以觀察其效果如何。

蛙心之實驗 Experiments with the Frog's Heart.

一、蛙心於原位置之搏動 The Beat of the Frog's Heart in Situ.

未作實驗之先學者應注意下列之事：

實驗之時不可用刀，只用剪刀。

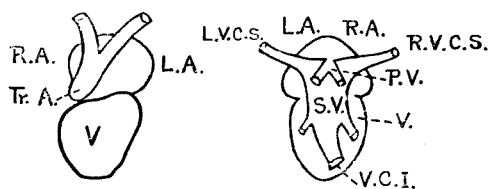
不可用鉗子夾蛙之神經。

常用 0.6% NaCl 潤濕之。

將蛙之顫腦損壞後，仰置於蛙板上，以四蛙鉗將蛙之四肢定穩，於胸部正中作一縱割口，提起胸骨劍突，用剪使之與下組織分離。從胸骨左右往上剪斷，鎖骨亦剪斷，將胸前壁提起剪去，將兩前肢往左右扯緊且定穩使胸腔大開。

(甲) 蛙心之觀察 Inspection of the Frog's Heart.

剪破心包，尋覓心室，心房及動脈球，心房是被冠狀溝從室隔開，動脈球分為二主動脈，提起心室，於其後面尋出靜脈竇，此竇被一半月形白線與右心房隔開。且又見下腔靜脈入靜脈竇之下端，二上腔靜脈入靜脈竇之上端。(見圖)



蛙心圖解

V. 心室 R.A. 右心房 L.A. 左心房
S.V. 靜脈竇 P.V. 肺靜脈 L.V.C.S.
及 R.V.C.S. 左右二上腔靜脈 V.C.I.
下腔靜脈 Tr.A. 動脈幹

From Anrep and Harris.

(乙) 心搏動之次序

The Sequence of the Heart Beat.

蛙心之四部非同時收縮；最初為靜脈竇，心房次之，心室又次之，末則為動脈球，心之節律收縮是依靜脈竇之收縮。注意心室收縮時之色改變，其正收縮時無血色；又注意竇收縮與房收縮之間及房收縮與室收縮之間，當有一短間歇。

又注意竇收縮與房收縮之間及房收縮與室收縮之間，當有一短間歇。

(丙) 心搏動之煙紙記錄 Tracing of the Heart Beat.

用小針作鉤，鉤於心尖，剪斷心之繫帶，用線將鉤連於心劃針，用針將心之動脈球固釘於蛙板上。以徐徐轉動之煙鼓，記錄心搏動之煙紙記錄。

二、蛙心之自動收縮 The Automatic Contraction of the Frog's Heart.

(甲) 全心 The Whole Heart.

將入靜脈竇之靜脈及兩主動脈割斷，如此則將心從胸腔取出，置已割出之心於玻璃表面上，收縮仍在否？若在，注意其未割出及割出數分鐘後之比較速率。

心之收縮與中央神經系統有何關係？

(乙) 心之各部 The Different Parts of the Heart.

在竇房連接處將靜脈竇剪下，剪後數分鐘，靜脈竇之搏動仍在否？心之所餘各部仍收縮否？若在，試比較其與靜脈竇之速率如何？

在冠狀溝之上用剪將室完全由房剪下，於剪畢一二分鐘後，兩部有收縮否；若有，注意其比較速率，於冠狀溝之下用剪將心室截為尖底兩部。心尖部有自然收縮否？以機

械刺激之，又將一粒氫化鈉晶體置於其上以作化學刺激，心尖有應激能否？此長時間之化學刺激使之有節律收縮否？

三、心動週期內應激能之改變 (Changes in Irritability during the Heart Cycle.)

將已壞顯腦之蛙之心露出，用二細銅絲穿過心尖及心室底，當仔細勿使血流出，將

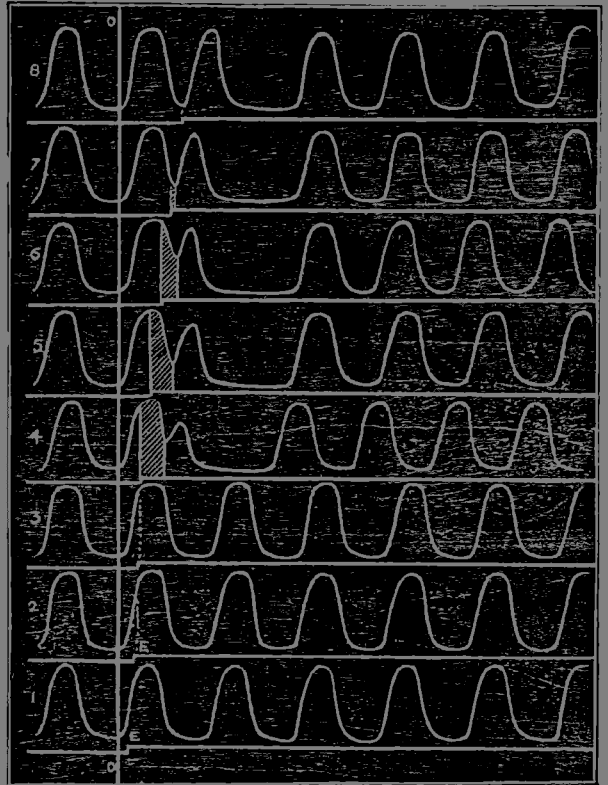
二銅絲連感應電流之次流匝卷，用絲線將心尖連於心割針，挨近割針之下安一記時針，以記錄刺激之時間，此二針尖須在一垂直線上。使煙鼓轉動，其速率須恰合心之收縮及弛緩之浪有較長之距離，用最低度之起或止電流刺激之，每一心動週期內只須一刺激，在心動週期內之各部刺激之，於心動週期內何部可得額外收縮(見圖)注意(一)乃在心正收縮，及乃在縮後其受刺激無效之時間，名反拗期。

(二) 在心動週期內最早有效刺激所得之收縮之隱匿期較以後刺激所得之收縮之隱匿期為長。

(三) 心室之各額外收縮後有一較平常為長之弛緩期名代償性間息。

(四) 心之他部無代償性間息，惟心室有之，蓋從竇房節所來之正常興奮至心室時適在其額外收縮之反拗期內故不生效。必須待從竇房節來之第二正常興奮，心室方收縮。

自反拗期方面可以解釋，何以心受恒刺激其收縮仍有節律，及何以恒刺激不能使心肌似骨骼肌之得強直性收縮，以上現象乃保獲心收縮間之休息，因心只於弛緩期中使榮養還原。



表示反拗期之蛙心室自生收縮之烟紙記錄
各行心室表面受感應電之刺激在E處如
記輪所指在1, 2, 3行之刺激全無效因落於
反拗期內在4, 5, 6行之刺激效則另加一
額外收縮自4至7行反拗期(虛線部)漸次
縮短因在弛緩期心之應激機能漸次增加
在7行因心之應激機能將還原反拗期則
微小在4, 5, 6, 7, 8行額外收縮後之代償性間
息皆明顯

After Marey, from Auer and Harris.

四、醚及氯芳於蛙心之關係 (The Effects of Ether and Chloroform on the Frog's Heart.)

摘出二蛙之心，各置於含約 5c.c. 任氏溶液之玻璃表面內，滴一滴純氯芳於一玻璃表面內，用另一玻璃表面覆之。注意心之搏動至停止之時間。

所餘之心之實驗手續如上，只是以醚代替氯芳。此兩種麻醉劑對於心有何不同之效果？

龜心之實驗 Experiments with the Turtle's Heart.

用牙鉗自龜甲扯出其頭，以釘錘毀壞其顱腦，可用繩緊縛其頸以免多流血；用鋸自腹甲之兩側鋸開，以刀使腹甲與其內面之組織分離，刀須緊貼甲面，免傷挨近之大血管，用五條繩仰繫龜於龜板上，於心包膜剪一縱口而露出心，剪斷心尖之繫帶，須留此帶於心尖以便後用鉤穿之，注意心自靜脈竇至動脈球搏動之次序。

在頸之兩側，近頸動脈處，尋出迷走神經，以絲線鬆緊之，備以後試驗時便於尋找。

預備感應機，以自由起止之中等感應電流刺激露出之神經，以此生理試法證其是否迷走神經，以一鉤穿心尖之繫帶，用細線將鉤連於心劃針，又用一鉤穿心房壁而以細線連於另一心劃針於挨近此二劃針之下，安一記時針，此三針之尖須在一垂直線上，二心劃針之下須掛微物如蛙板鍊，使劃針成水平。

一、房室間期 Auriculo-Ventricular Interval.

使記時針連於秒鐘，以便記錄每隔一秒鐘之時間，以疾轉煙鼓作房室之煙紙記錄，從此記錄可算出房室之間期。

二、由刺激迷走神經來之抑制作用 Inhibition from Vagus Stimulation.

將記時針連於原流輪道，以便記錄刺激時之時間，提起左迷走神經，放於鉗製電極上，乃徐徐轉動煙鼓，得正常房室之收縮煙紙記錄後，以弱自由起止感應電流刺激之，只須數秒鐘，若心不顯抑制效，可加增電力，但不可太强，因過強則損害神經，照上法刺激右迷走神經。

龜之左右二迷走神經之抑制能不同，有些左大於右，有些右大於左。

再刺激效力較大之迷走神經，三至四分鐘之久，注意有無心失禁 escapement 而再搏動之現象。

詳細解明迷走神經受弱刺激時，心之收縮力，搏動之速率，及房室間期有何改變，結緊左右二迷走神經上之線，離此二結之二耗處，再各以絲線緊結之，從二結中剪斷迷走神經，輪流刺激左右迷走神經之中央端，此時之煙紙記錄有改變否？輪流刺激左右迷走神經之遠端，此時之煙紙記錄與刺激完全神經所得者有何區別？橫置電極於竇房聯接處，得一段正常煙紙記錄後而刺激之，此種抑制與刺激迷走神經所得者有無區別？

三、菸草素之作用 Action of Nicotine.

用滴管滴千分之二之菸草素溶液數滴於龜心，待五分鐘後刺激迷走神經，則心不被抑制，直接刺激竇房聯接處，則心被抑制，菸草素之作用何在？

四、阿托品之作用 Action of Atropine.

滴千分之五之硫酸阿托品溶液數滴於上實驗之龜心上，數分鐘後，直接刺激竇房聯接處之神經叢，注意此刺激不能抑制心何故？

五、心傳導阻滯 Heart Block.

用上相同之儀器，另置一心阻滯鉗 Gaskell's clamp 於房室之間，轉動螺釘使房室間溝受壓，同時記錄房室收縮之煙紙記錄而行下之實驗。

(甲) 使鉗漸漸夾緊，至不全之心傳導阻滯顯出，而室不全受房各收縮之感動，定出心傳導阻滯各級內之房室間期，又於心傳導阻滯期內，先刺激左迷走神經，後又刺激右迷走神經。

(乙) 使鉗漸漸夾緊，至完全之心傳導阻滯顯出，須小心勿傷所夾之組織，至心室完全停止收縮時則將鉗放鬆。

六、改變溫度之關係 Influence of Temperature Changes.

將心房和靜脈竇從心室完全剪下，剪開心房，一端連於 L 形玻璃棒，一端連鉤繫於心劃針。浸心房於盛 10°C 任氏溶液之燒杯內，查其搏動之速率如何？再浸此心房於 30°C 之任氏溶液內，後查此時心房收縮之速率如何？

七、無機鹽之作用 Action of Inorganic Salts.

用實驗六之燒杯，盛千分之七十五之氫化鈉及萬分之一之碳酸氫鈉溶液，使空氣慢慢通過此溶液，浸心房於其內，每隔十五分鐘記錄其收縮，於其經過時間內其收縮高度有何改變？速率有何改變？漲力有何改變？

當心房肌衰竭時，加 1 c.c. 百分之一之氫化鈣於此溶液內，其作用有無改變？

若其作用被氫化鈣還原，則再浸此心房肌於 50 c.c. 千分之七之氫化鈉含二十滴千分之九之氫化鉀之燒杯內，鉀之作用如何？

鉀之效果顯出後，再將心房肌浸入任氏溶液，此任氏溶液應長保持心之節律收縮。

哺乳類心之生理解剖學 The Physiological Anatomy of the Mammalian Heart.

哺乳類心之兩側，當視為二隔開之容量相等而力不等之唧筒，彼此互相將血壓入；其右心壓出之血經肺血管而至左心，左心壓出之血經全身血管而至右心，此等血管皆長而具有彈力性者，是以全身血循環阻血流之力較肺血循環者大，故左心壓血流之力須大於右側，因此左心肌之發育亦較大於右側。

心之每側有一心房及一心室，心房乃於心弛緩時容納入心之血，心室乃真唧筒肌，唧筒之效率非全依其壓力，亦依其瓣之位置及健康，此瓣乃決定血流之方向者。

一、心之外面觀察 Inspection of the Outside of the Heart.

尋出羊之心尖而置心於正常位置，剪開心胞膜；仔細除去心底周圍之脂肪，但先尋出心底之大血管，以免於近心處斷之，便於行實驗時之用。

觀察心之前後面尋出室間溝及心耳，注意房室之比較大小，左右室之比較硬度，識別上下腔靜脈及肺主動脈，謹慎剪去心胞膜，於肺動脈之後分出肺靜脈及升主動脈。

二、瓣之作用 Action of the Valves.

選出一對血管便於容受玻璃管者：一肺靜脈及主動脈或一腔靜脈及肺動脈皆可，以一狀之長玻璃管插入所選之動脈而以長十釐之玻璃管插入所選之靜脈，皆須以線縛緊，且縛緊連於所用之心房之其他一切血管，用架使心及動脈靜脈玻璃管豎直，以漏斗傾水於靜脈管而至水停留於管時為止，此水沿着血之行程而至房室及動脈，終則入長玻璃管，其面與在漏斗者齊平。以手壓心室；則水於每壓時上升於動脈管。

若水漏回心室，此則約是一血凝塊阻瓣之功用，以手壓水則可使之由一管而出。

繼續壓室而觀察半月瓣能載若干高之水柱。取出玻璃管。

三、心之內面觀察 Inspection of the Inside of the Heart.

剪開上下腔靜脈，其刀口遇於右房之前面；尋出房室口，左奇靜脈 *azygos vein*（人類心無有），下腔靜脈瓣，乃下腔靜脈入口下之一綫摺，及卵圓窩，在房間隔之稍上處。

剪開奇靜脈以尋冠狀靜脈之入口，於人類心此靜脈直接入心房。

剪去右心房之大部份；以鑷撕去肺動脈內三半月瓣之一，於是以前玻璃管插入肺動脈而緊緊之。傾水入此管，因半月瓣不全而水則入心室，心室充滿水時三尖瓣之各瓣上浮而相近，則封閉房室口。

自房室間溝稍遠處三尖瓣之瓣間劃開右心室壁，直至心尖，掉轉刀口與溝水平行劃至肺動脈起原處。

提起所劃心室壁之三角片而察看其內腔；一壁肌之柱狀安排，三尖瓣各尖之與腱索及乳頭狀肌。

當心收縮時腱索能免各瓣反衝於房，心收縮之末期至時則室壁挨近房室口，同時乳頭狀肌收縮免腱索放鬆；因此腱索之起點與房室口間常保持一恒距離。

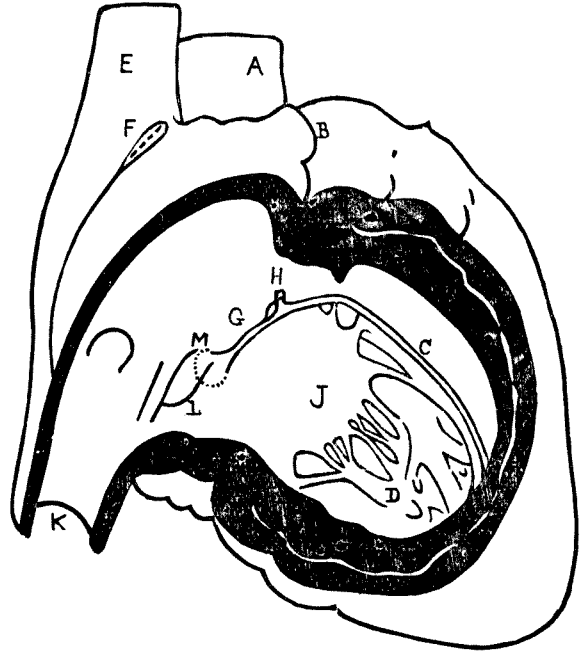
提起三尖瓣之心隔瓣，於其下尋出房室束，此束之色較淺於周圍之肌組織。取容一立方厘米之射藥針吸滿中國墨之淡混懸液，順向心尖將射藥針刺入束而慢注射之，若針之位置合式，則墨沿束而散佈能顯明最細之束枝，若察出注射數滴後，墨只染針周圍之組織，則針必須重新刺一合宜處。

割出主動脈及其瓣，當連少許周圍組織，又當謹慎勿傷瓣，緊繫漏斗之窄管於主動脈，傾水於其內，水僅能由冠狀動脈流出，縛緊冠狀動脈而由下向上觀察封閉之半月瓣，又瓣下置電燈而由上自漏斗察瓣之上而。

剪開肺動脈，注意其半月瓣及其各瓣後之肺動脈竇。

於左心室行前相同之解剖而剖開主動脈，注意左右心室肌發育之差異，二尖瓣代替三尖瓣，主動脈之半月瓣及各瓣中部之半月瓣結，及二主動脈竇所成之冠狀動脈口。

繪出上所見之各要点。

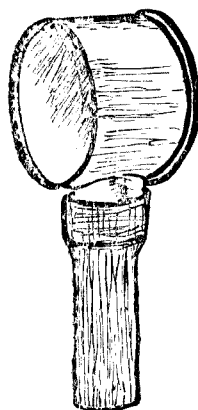
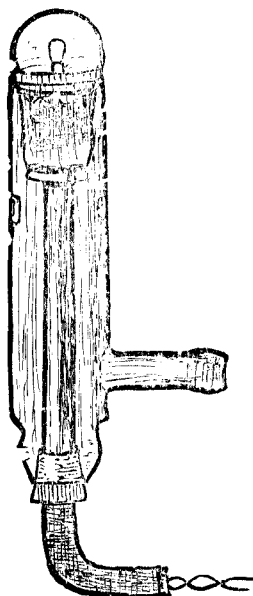


房室束之區解

- A. 主動脈, B. 心耳, C. 房室束右支,
 D. 乳頭狀肌, E. 上腔靜脈, F. 竇房結,
 G. 房室束, H. 房室束左支, J. 三尖瓣,
 K. 下腔靜脈, L. 冠狀竇, M. 房室結,

心瓣作用之示教 Demonstration of the Action of the Valves of the Heart (Experiment of Gad)

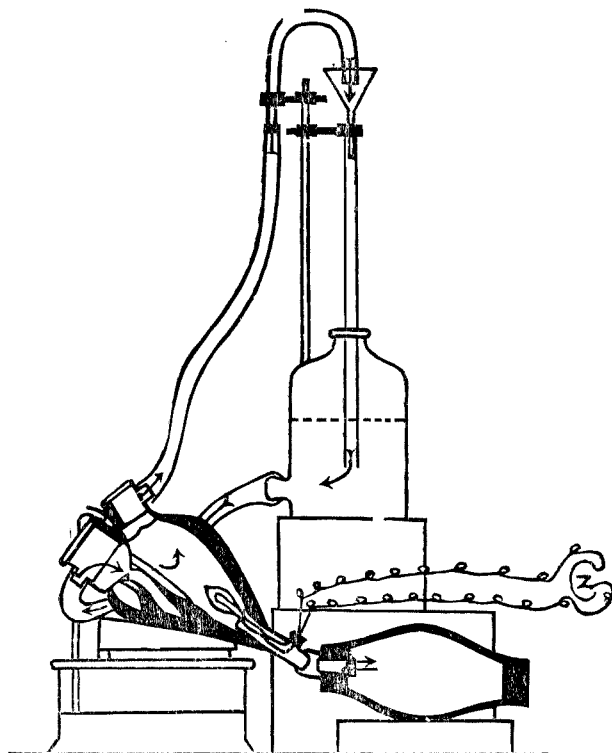
此示教乃用一大牛心，用二圓筒形錐插管，一縛於左心房，一則縛於主動脈，此插管另有側管插入，各插管之外端鑲有一圓玻片，心房插管之側管借一寬橡皮管連於一五呎壓力瓶之下口，此壓力瓶之位置，乃於盛水後其水平面應較心房高約四十釐處，主動脈插管之側管借一長約一呎之寬橡皮管及一直玻管固定於壓力瓶上約六十釐寬之漏斗內，此漏斗與另一橡皮管相連，其下端浸入瓶內水面之下。



自心尖剪一孔通左心室，用銅或厚玻管插入此孔以棉帶繫緊，（不可用線，因線於縛時能割肌纖維），此管與一電燈相連而用以照心之內面，又借其側管與約容一百五十至二百立方釐之橡皮囊相連。

使水自瓶流入心，壓橡皮囊及使心稍斜，則所有之空氣被逐出至主動脈，節律壓橡皮囊則使水自心室節律流進主動脈，於是經過漏斗而反回壓力瓶，可由插管之玻窗視察清析半月瓣及二尖瓣之作用。（見圖）

作 Gad 氏實驗之電燈及玻璃窗



作 Gad 氏實驗時儀器之安置法

哺乳類心冠狀動脈之體外引注法 Perfusion of the Isolated Mammalian Heart through the Coronary Arteries.

以含合於血漿成份之無機鹽溶液，且飽和以氧氣，於其一定壓力及合宜之溫度，引注冠狀動脈，則心能於體外均勻搏動數鐘之久。此體外活心便於研究引注液內鹽成份改變對於心之影響，亦易研究藥之藥效。引注液為任羅二氏溶液，其組織如下：碳酸氫鈉十萬分之十五；氫化鈣十萬分之二十四；氫化鉀十萬分之四十二；氫化鈉千分之九十二；葡萄糖千分之一；皆溶於新鮮蒸餾水，此引注液注入主動脈內，即可流至冠狀動脈，因半月瓣被液壓閉，液遂被逼而入冠狀動脈口。此實驗並能證明心有甚大之還原力，亦證明人於淹斃後或窒息時應恒久施行蘇法。

見儀器安置圖，用約四十度之熱水由外套管之下口入而由上口出，插管內貯寒暑表，上接 Y 形管，Y 形管之上二枝各連橡皮管，且各與甲乙含任羅二氏溶液之瓶相連，此瓶又借玻管及橡皮管而與壓空氣管相連，行實驗時須常通空氣於二瓶；各橡皮管上皆須備錶，以便節制管內物之通。

此實驗以兔心為最合宜，繫兔頭而斃之，速割開胸部，剪斷二肺根，自右房上一纏處剪斷上腔靜脈，於下腔靜脈剪一口，以圓尖動脈瘤針穿絲線由口入，而至上腔靜脈口穿出，去針留線而結其兩端，以便後識別上下腔靜脈之用。將下腔靜脈於其前剪口之下剪斷，又將主動脈於近無名血脈處剪斷，於是將心取出而置於冷任羅二氏溶液內洗去血之凝塊；再用洗滌瓶從上腔靜脈口吹入冷任羅二氏溶液以洗去心腔內之餘血，然後將心繫於已備之儀器，繫法如下：先使由貯任羅二氏溶液瓶來之橡皮管上之錶稍放鬆，以便溶液由其所連之插管徐徐滴出，且須謹慎節制免溫度降低，此後以線鬆繞主動脈，又將主動脈套於插管而緊結之，插管須在冠狀動脈口之上，且連時插管及主動脈內須無空氣泡；以小針穿絲線，穿左心室尖，去針留線而緊結於小銀棒上，（見圖）。再以小鉤穿右室之心胞臟層，鉤連絲線通過滑車而聯於割針，安置法如圖。

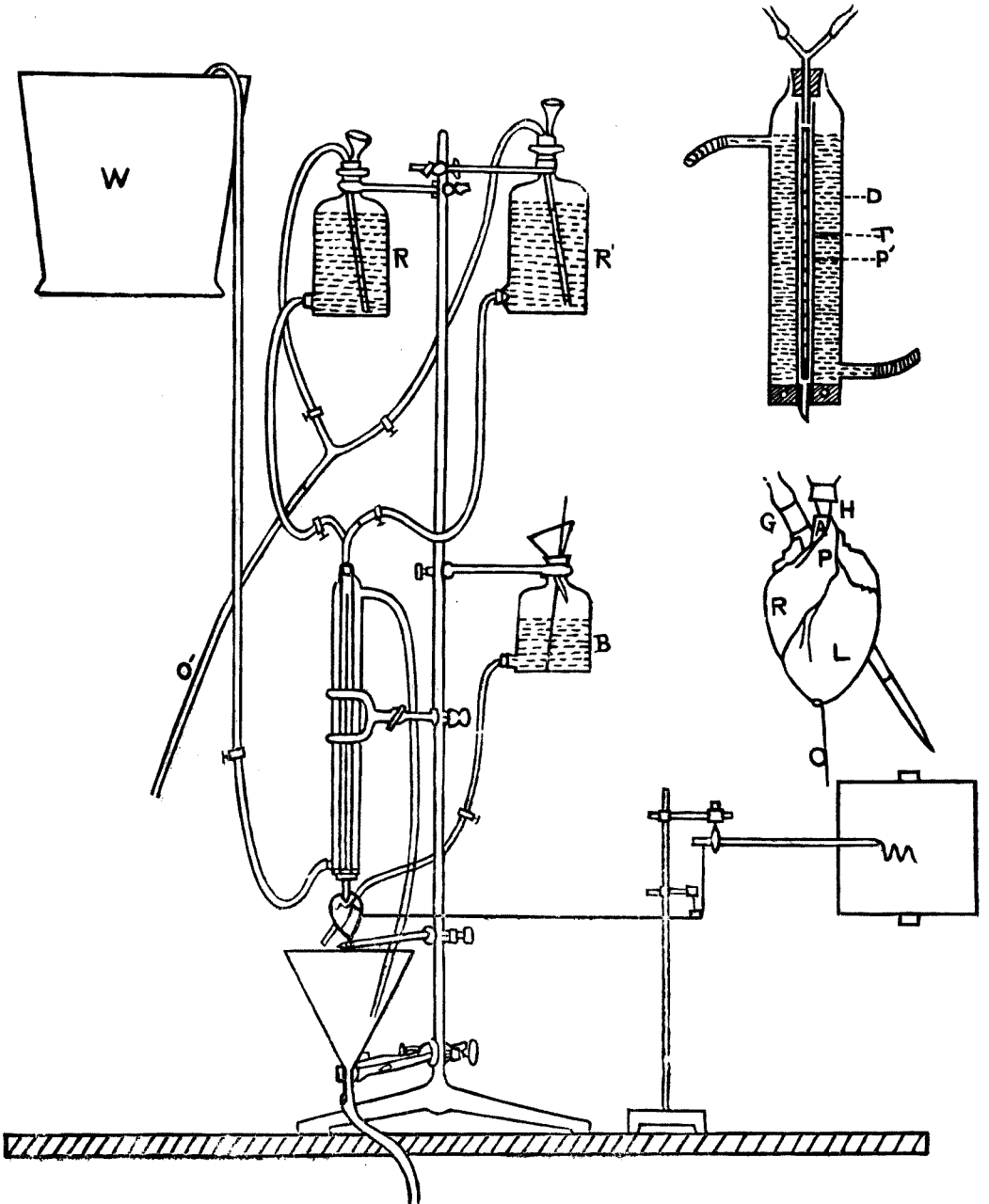
一，溫度之影響 The Influence of Temperature.

用轉動極慢之煙鼓，記錄攝氏表三十七度之正常煙紙記錄一小段，以後夾緊通入外套管橡皮管上之錶，則溫度因冷任羅二氏溶液通過而下降，於溫度每降一度時須將溫度記錄於煙紙記錄之下，至降到十五度時止，以後徐徐通入熱水使溫度漸漸增高，至四十二度時止，當謹慎勿使溫度再高，若溫度高於所指定者，則毀壞心之組織。再使溫度降到約三十五度。

二，節律點溫度改變之影響 The Effect of Changing the Temperature of the Pacemaker.

以薄壁玻璃管由上腔靜脈口插入而由下腔靜脈口穿出，此管上端連於一帶錶之橡皮管而通入一瓶，貯瓶極冷之水以待用，開錶使冷水通過右心房內之玻管，須注意引注液通過插管之溫度當當為三十五度，注意心速率之改變。

閉鎖並以約四十度之溫水代替冷水，引注液通過插管之溫度仍保持三十五度，注意心速率之改變。



引注體外更心冠狀動脈儀器之安置法

W. 熱水；R. 及 R' 貯任羅二氏容液之甲乙二瓶；O. 由匣器來之通空氣管；
B. 貯水瓶；D. 外套管；T. 寒暑表；P' 內套管；H. 主動脈插管；A. 主動脈；
G. 由上腔靜脈至下腔靜脈之薄壁玻璃管；R. 及 L. 右及左心室。

From Sherrington.

三、引注液無機鹽成份改變之影響 The Effect of Changing the Composition of the Inorganic Salts in the Perfusion Fluid.

於乙瓶每百立方厘米任羅二氏溶液加一立方厘米百分之一之氫化鈣，夾緊甲瓶橡皮管之缺，放鬆乙瓶橡皮管之缺，使此含過多氫化鈣之液引注於心。待心收縮微弱時，則停止氫化鈣液之引注，以任羅二氏溶液引注之，若心不快還原，則用射藥針直接於Y形管甲支上之橡皮管注射數立方厘米百分之一之氫化鉀；若心於數分鐘內尚未還原，可多注射氫化鉀溶液。

至心完全復原後，於乙瓶盛無氫化鈣之任羅二氏溶液引注之。待心幾乎停止於弛緩上時，則以完全任羅二氏溶液引注，使之復原。

此實驗及證明無機鹽之對於心搏動有甚大之關係。

四、腎上腺素之影響 The Effect of Adrenalin.

用射藥針於甲橡皮管上，注射萬分之一的腎上腺素一立方厘米，須慢慢注射，約於三十秒鐘內注完；注意其藥效。

五、氯芳之藥效 The Effect of Chloroform.

乙瓶盛五百立方厘米任羅二氏溶液加五十厘米氯芳於其內，夾緊甲管，鬆乙橡皮管而使氯芳引注於心，待其收縮之高度降至正常之十分之一時，則停氯芳液引注而以正常之任羅二氏溶液代替之，注意心搏動繼續降低而從復原。

六、用電刺激心室之效果 The Effect of Electrical Stimulation of the Heart.

以中等自由起止感應電流刺激心室，待纖維性顫動顯出時則停止刺激，注意其長久引注能使之復原否？仔細觀察心房之能復原否？

蛙血管之引注 Perfusion of the Bloodvessels of the Frog.

只毀壞蛙之大腦半球而露出其心，縛其一主動脈，以小插管向周圍而插入第二主動脈且繫緊之，若主動脈過小不易安插管，則將插管自心室向主動脈插入，於主動脈處縛緊。

於靜脈竇剪一口，以便經過蛙血管之引注液之流出，用鉤或鉗提蛙之下頷而懸之，以滴管使插管裝滿任氏溶液，須謹慎勿留空氣於其內。又用帶鉗之橡皮管使插管與容任氏溶液之漏斗相連，此橡皮管先須充滿溶液。漏斗內任氏溶液之水平面須高於蛙心四十至六十厘米，蛙下安一量筒，容納經過蛙血管後之溶液，接收十分鐘以定其於每分鐘有引注液若干。（見圖）

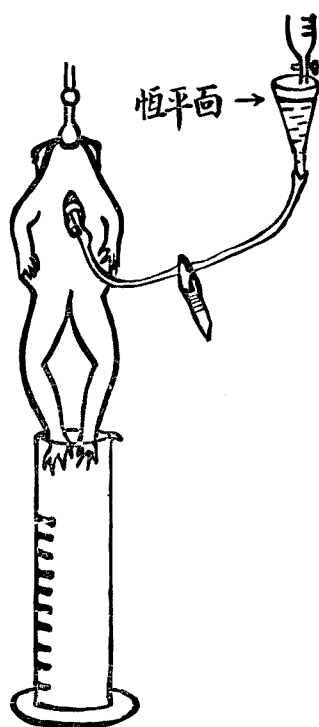
用二針一則刺入脊髓，一則刺入背近骶部之組織，以二細銅絲各連針於感應機之次流匝卷，以弱自由起止電流刺激數分鐘之久，刺激時須接收引注液，停刺激時則取量筒以定刺激時每分鐘內之引注液若干。

待數分鐘至蛙血管還原後，以含千分之一之亞硝酸鈉任氏溶液引注之，接收十分鐘以定每分鐘內之引注液若干。

以任氏溶液引注至蛙血管還原後，注射十萬分之一之腎上腺素四分之一立方厘米於橡皮管內，接收十分鐘以定每分鐘內引注液之速率如何。

用竹籤毀壞蛙之脊髓後，接收引注液十分鐘以定每分鐘內其速率如何。

後注射腎上腺素，得與上相同之效果，證明此藥之作用與中央神經系統無關係。



蛙血管引注法

哺乳類之血流力學 Mammalian Hemodynamics.

一、預備動物法 Preparation of Animal.

狗體重每尅注射百分之二之硫酸嗎啡溶液 0.5 此於皮下，注射後約半點鐘以醚使之完全麻醉，麻醉後將狗仰臥於手術檯上，並將其四肢緊繫於檯，先於手術檯鐵皮面下之水箱盛以熱水，以便保持狗體溫之用，且於水箱下燃一酒精燈以免熱水之溫度下降。

行手術者及麻醉師於預備動物時，另外學員可預備汞檢壓計及長紙針波器，如下第三段所述者。

二、插入氣管插管法 Insertion of Tracheal Cannula.

剪去狗頸腹面之毛，用刀於正中線割一縱刀口。(宜用刀刃，不宜用刀尖)，在此處分開肌肉，露出氣管，以粗線穿其深面，遂將氣管之前半橫切之，將插管向胸段插入，用以上所穿之粗線固繫之，若尚需髓之麻醉法，則用橡皮管，使氣管插管與含醚之瓶相連。

三、插入頸動脈插管及記錄頸動脈血壓之法 Insertion of Carotid Cannula and Recording of Mean Arterial Blood Pressure.

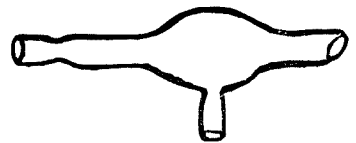
分開胸鎖乳突肌及胸骨甲狀肌以顯露頸動脈，用鈍探針使頸動脈從其鞘分開約三釐，於其下面橫穿二絲線待用，近心之線名近線，距心較遠之線名遠線。縛緊遠線，距此向心約二釐處以狗鑷 bull-dog forceps. 夾緊之，尋出左右迷走神經，各以二絲線鬆繞之，且用動脈鉗夾此二線以免脫落。

同時預備儀器者，以潔淨橡皮管之一端連於完全潔內鍍以石蠟之動脈插管，其他端則連於汞壓計之三路活塞之一枝，三路活塞之第二枝連於內盛百分之二之枸橼酸鈉溶液瓶，此瓶之橡皮塞上連有加壓器。動脈插管之側管須連一有缺之短橡皮管，轉動三路活塞，用加壓器使汞壓計插管系統完全充滿枸橼酸鈉溶液。

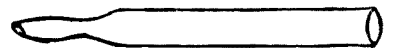
此時行手術者可將插管插入頸動脈，其法如下：用小鉗提起頸動脈近縛遠端線之處以利剪於其前面剪一V形開口，V形口之尖點須向心，用小鉗提起V形小片，將插管安入動脈，以近線緊縛之，若插管內有空氣泡則可開插管側管所連橡皮管上之缺，同時加壓使枸橼酸鈉溶液通過以逐出空氣。

鬆開插管側管所連橡皮管上之缺，使汞壓計針落至與空氣壓力相等之平面，並畫記於煙鼓上，所畫之線謂之底線，閉側管上之缺且於汞壓計系統內加約百耗汞壓力。在感應機之原流輪道內安一記鑰針，其針尖應畫於底線上。又於記鑰針下安一連於秒鐘之記時針，此三針之尖須在一垂直線上。

放開頸動脈狗鑷，使煙鼓轉動，則可於煙紙記錄上尋出以下三種記錄波：



動脈插管



靜脈插管

- (甲) 心波，乃心收縮所致。
- (乙) 呼吸波，乃血壓於吸氣時增加，呼氣時降低所致。
- (丙) 長期波，Long Period or Traube-Hering Waves，乃血管緊張力之長期改變所致者，此波不常見。

四，表明心唧筒力之改變對於血壓之影響，刺激迷走神經之遠端

Demonstration of the Effect on Blood Pressure of Variations in the Pumping Action of the Heart: Stimulation of the Peripheral End of the Vagus.

鬆結兩側迷走神經上之二套線，二結須相距約二纏，使煙鼓緩緩旋轉，作正常血壓之記錄，於二節間剪斷一側之迷走神經，剪時不停煙鼓，又須以記鑰針於煙鼓上作記號，少頃又剪斷第二側之迷走神經，仍照前法記錄之，注意血壓有何改變。

二迷走神經截斷後，令煙鼓轉動數寸以觀其於血壓之後效，停止煙鼓，置一側迷走神經之遠端於鉗電極上，此電極連於感應機之次流匝卷，旋轉煙鼓得一段正常記錄後，用弱強直性電流刺激神經，刺激時須令記鑰針作記號，注意其於血壓之效果，且觀其有失禁現象(Escapement)否。

再按上法試驗對側之迷走神經。

按上法用強弱不同之致強直性電流刺激二迷走神經之遠端。

解釋所得之效果？

五，表示改變周圍阻力與血壓有何關係，刺激內臟神經 Demonstration of the Effect on the Blood Pressure of Varying the Peripheral Resistance: Stimulation of the Splanchnic Nerve.

循左肋下緣離腹白線一吋半處向左外割一斜刀口，夾緊各出血之血管，剖開腹膜尋出腎上腺，該腺居於一橫列之靜脈上，用鈍解剖法露出內臟大神經，該神經居腎上腺外及靜脈之上。其法如下：助手立於動物右邊，先以布浸於千分九(0.9%)之熱鹽溶液，扭去其液，蓋於臟腑上，用左手按於布上，其指尖適接觸腹後壁為度，將臟腑向右牽開，又用右手將左邊之腎牽下，如此則腎上腺易於察見，於是行手術者用鈍解剖法於腎上腺稍上處露出內臟神經，並用絲線將神經鬆紮之。

置神經於鉗電極上，使煙鼓旋轉，得一段正常血壓記錄後，以中等強直性電流刺激內臟神經，注意其於血壓之收果如何。

六，表示出血及輸移法與血壓之關係 Demonstration of the Effect on the Blood Pressure of Hemorrhage and Transfusion.

露出一側之股動脈，照安頸動脈插管法安一插管於股動脈以便出血，又露出彼側之股靜脈，照下法安入插管：用二線穿此血管之下，以狗鑷於近心端線之稍上處夾緊血管。將血管遠端之線拴緊，取一大小適宜之插管於其大端連一約長六吋之橡皮管，用千分九之氯化鈉溶液充滿插管及橡皮管，充滿後用鉗夾緊橡皮管以免溶液流出，照第三段法將插管尖端向心安入靜脈，二插管安妥後，連一滴定管於靜脈插管之橡皮管。

(甲) 出血 Hemorrhage

得一或二肋正常動脈血壓煙紙記錄後，將夾股脈之狗繩完全或略放鬆，以大蒸發器集收所出之血，用彎金屬絲作成之束盡力將血攪動以去纖維蛋白。於是將血置於一旁，以便以後輸移之用，注意(一)忽然出血及(二)漸漸出血於血壓之效果。可見動脈完全開放時，其血壓忽然降低，此因周圍之抵抗力減小故也，若將狗繩略開放，須多出血後血壓纔有顯然之降低。可使動物繼續出血，直至血壓有顯然而恒久之降低，大約體重每磅須出血二十五立方寸，即可得此效果。

(乙) 氯化鈉溶液之輸移法 Saline Transfusion

股靜脈所連之滴定管，宜充滿以加熱至體溫之 0.9% 之氯化鈉溶液，放鬆連於滴定管之橡皮管上之夾，使鹽溶液進入其血管，慎勿使空氣泡與鹽溶液一同進入。同時注意靜脈血管之高度，此血壓即滴定管內之溶液不再進入體內時之高度，注意(一)水柱高度之耗數，(二)水柱面有無搏動，又注意此輸移法對於動脈血壓之效果。

(丙) 血之輸移法 Blood Transfusion

再從股動脈放血，照前法去其纖維蛋白，與前次所得者混合之，遂以紗布濾於量筒內量之。出血時特別注意血壓呼吸等之改變，注意此次所出之血與未輸移鹽溶液前所出之血之性質有何差異。待血壓降低至四十毫米時即輸移無纖維蛋白之血，注意其於血壓之效果，且與用鹽溶液輸移法(見乙段)後之效果比較之，特別注意何種液體能保持還原之血壓較久。

七. 剖開胸腔用人工呼吸法時觀察心之搏動 Observation of the Heart Beat in the Open Thorax under Artificial Respiration.

胸腔剖開後，既無自然呼吸(何故)須以人工呼吸法代之。其法如下：以一唧筒連於氣管插管，因唧筒射入之空氣為恒流不斷者，故須設法使之輪替間斷以發生與正常相似之呼吸，間斷法即於唧筒與氣管之插管間接於一大 T 形管之橫段。以拇指將 T 形管豎段之口輪流開閉，其速率須與正常呼吸者相同。

剖開胸腔法如下：沿胸正中線，從頸根至腹剖一縱刀口，迅速將皮向兩側解剖以露出肋軟骨，用骨鉗剪斷兩側之肋軟骨，將其軟組織自下至上用大解剖刀截斷之，若動脈出血須以動脈鉗夾緊之，後又以線縛緊，靜脈滲漏血者可敷以浸於熱水之手巾以止之。

刺迷走神經時，觀察其於心之效果，於上下二腔靜脈後各穿一粗線，於是拉緊二線，使血停流數秒鐘；注意心變空虛。又於肺動脈後穿一線拉緊數秒鐘，注意其於心之效果，再用主動脈作此實驗。

此後將心切出，剖開右心室，觀察乳頭肌之收縮。

能改變動脈血壓之數種要因 Various Factors Affecting Arterial Blood Pressure.

此實驗以狗行之，其麻醉法如前所述，至麻醉完全時，其氣管、頸動脈及股靜脈內安插管之法亦照前實驗爲之，尋出左右二迷走神經，用絲線鬆鬆繫之，頸動脈之插管連於汞壓計以便於煙鼓上記錄血壓，須記置記時及記鑰二針，且三針尖須在一垂直線上，股靜脈之插管用一短薄壁橡皮管連於滴定管，充滿以千分之九之氫化鈉溶液，注射藥時皆以射藥針尖刺內橡皮管而射之，每次皆須以鹽溶液洗餘藥且射入血管

一、腎上腺素之效果 Action of Adrenalin.

得約一吋長之正常血壓煙紙記錄後，於股靜脈注射臨時預備之十萬分之一之腎上腺素溶液五分之一立方糝，注射時須以記鑰於煙鼓上作記號，待血壓還原後使煙鼓停止。

注意注射時眼瞳孔之大小有無改變，心之速率有無改變。

又注射萬分之一之腎上腺素一立方糝，注意上述之改變如何。

血壓還原時停煙鼓，剪斷左右二迷走神經，再注射萬分之一之腎上腺素一立方糝。此時之血壓升高與迷走神經未剪斷時之血壓升高有何區別？

二、麻黃素之效果 Action of Ephedrine.

注射半立方糝百分之一之氫氰酸麻黃素溶液，注意上述之改變，且與腎上腺素所得者比較之。

三、亞硝酸五烷之效果 Action of Amyl Nitrite.

置一含亞硝酸五烷之玻璃壺腹於麻醉瓶中，將壺腹搗破，使狗呼吸，注意此時之血壓如何。

四、垂體膏之效果 Action of Pituitary Extracts.

注射一立方糝垂體膏於股靜脈，注意第一段所述之改變，且與腎上腺及麻黃素所得者比較之。

又注射一立方糝垂體加壓素，注意血壓之改變與注射垂體全膏後所得者。

五、刺激感覺神經之效果 Effect of Sensory Nerve Stimulation.

割露一側之坐骨神經，以線鬆套之，同時另一學者將呼吸圈帶繞狗胸部，此帶借一橡皮管與一氣鼓相連，氣鼓上安一劃針以便記錄呼吸於煙鼓。

以燒燙之鐵條，燙露出坐骨神經之腿之足底皮膚，同時煙鼓旋轉，記錄心之速率，動脈血壓及呼吸之深淺及速率，有何改變。

剪斷坐骨神經，再行上實驗，將所得之效果與別得者比較之。

六、窒息之效果 Effect of Asphyxia.

注射固拉拉至呼吸完全停止，代以人工呼吸法，以繼續麻醉及呼吸，得正常血壓煙紙記錄時，注意頸動脈插管內血之色度，停止人工呼吸，再查動脈插管內血之色度，約到二百秒鐘血壓則忽然上升，心之速率變慢此爲心受抑制之象徵，此時再行人工呼吸。

七、氣泡栓塞 Air Embolism.

注射五十至一百立方空糝氣於其靜脈，則為立刻死去，死後解剖，尋出何處血管內有空氣，特別注意心之冠狀動脈及腦部內之血管。

毛細血管循環 Capillary Circulation.

此實驗以蛙爲之，蛙體重每克注射百分之三立方糲之百分之十之錐基碳酸二烷於其淋巴竇內，約於一點鐘內纔完全麻醉，蛙麻醉後，夾於一有圓孔之薄板上，使其足間之蹠緊張，遮於孔上以小針固定之，移板於顯微鏡之檯上，以低度鏡觀察其蹠內之血管，觀察時須以任氏溶液少許潤濕其二面。

一，尋出一小動脈靜脈及毛細血管。

小動脈之血流較靜脈及毛細血管者快，其流勢湧徐相間，且其中流速於旁流。

靜脈內血流較動脈者慢，其流勢均勻，無搏動。

注意赤血球之經過毛細血管時，皆須改變其形方能通過。

須觀察有新毛細血管忽現，而已見者忽隱滅否，此忽現忽隱何故？請解釋之。

尋出白血球，注意其運動。

二，剖出同側之坐骨神經，以線縛之，勿束血管於其內，在線結之近心端之近線結處剪斷坐骨神經，觀察蹠內之血管與未斷神經時所見者比較之，以弱電流刺激神經之遠端，再察其蹠內血管之收縮改變。

三，注射一立方糲十萬分之一之組織毒溶液於蛙心，注意毛細血管之徑增加及其內血球流動之速率變慢。

再注射一立方糲十萬分之一之腎上腺素溶液於蛙心，注意毛細血管之收縮及潛沒，垂體素亦有相似之效果。

四，炎 Inflammation.

滴一小滴巴豆油於觀察之蛙蹠上，注意其血管大小之改變，其流勢初則加速，約過十五至二十分鐘後則徐緩，因血漿之滲出則毛細血管充滿血球，在靜脈壁與赤血球之間白血球成一層，尋出挨近靜脈壁之一白血球，觀察其運動及其從血管移動到其周圍之淋巴間隙。

此炎作用於蛙腸細膜甚易研究，只以手扯腸細膜於板之圓孔上，即生炎作用，此時不須用化學刺激物使其顯炎，但須勿使腸細膜變乾，常以任氏溶液潤濕之。

用器官體積描記器法直接表示血管收縮神經之作用

The Direct Demonstration of Vasoconstrictor Fibres by the Plethysmographic Method.

此實驗以狗爲之，其預備及麻醉法，安氣管頸動脈及股靜脈等之插管法，皆照前所述者行之。

剖開右內臟大神經，其剖出法照哺乳類血流力學實驗所述者行之，將右腎從其周圍組織分離，其上極之腹腔膜以二粗線作二結，於二結中斷之，用鈍解剖法，謹慎將腎脚各物分離，剖出動脈上神經叢並以絲線鬆套之。

於器官體積描記器之槽上敷以與凡士林混合之棉花，將腎安置其中，再以與凡士林混合之棉花充滿腎脚上面之空處，但於腎脚各管上勿敷太多，以免各管壁受壓，加蓋於器上，用鉗夾緊，行手術時不可將腎脚各管扭住或扯長，用一厚壁橡皮管將器官體積描記器之側管連於一風箱描記器，其針尖應與動脈血壓記錄針尖同在一垂直線上，旋轉煙鼓，畫出器體寫記之各波與動脈及呼吸煙紙記錄之各波有何關係。

以中等自由起止感應電流刺激 (1) 頸部之迷走神經，(2) 右側內臟大神經，(3) 腎神經，注意腎體積及動脈血壓之改變，如何解釋此效果？爲何必須有動脈血壓方足以解釋之？

從股靜脈注射萬分之一之腎上腺素溶液半立方釐，學者於此效果得何種結論？

注射固拉於股靜脈，至呼吸停止時以人工呼吸法代之，得片段正常煙紙記錄後，停止人工呼吸，此效果能証明窒息使血壓上升之原因否？

剪斷腎神經，注意其立刻所顯之效果，再做前數實驗，如何解釋此不同之效果？

割去一側之腎上腺，浸於盛百分之二之重鉻酸鉀之玻璃杯內，一點鐘後橫切之，觀查其切面，注意其外質及髓質。

心聲 The Heart Sounds.

被試者露出胸，若體非過胖，則於第五肋間隙乳房線上，有一微動於胸而顯出，此即心之衝動，可捫之，於站立，平臥，左側臥及右側臥各情形觀察此衝動之改變，學者可互換考究。

將聽診器之耳管治潔，以其尖端向內上而安入耳，置此器之鐘形或圓端於心衝動處之上，當考查時此器勿與他物接觸，勿向之呼吸，且不作聲。

注意二個心聲，當聽時，注意此聲與心衝動及與頸動脈及肱動脈之捫脈之時間關係，恰於心衝動之始，所聽之聲呼為第一聲，隨後所聽者名第二聲，第一聲之原因乃心肌收縮及房室瓣之閉闔，及腱索之顫動，第二聲是因主動脈及肺動脈之半月瓣忽然關閉，比較此二聲之長度，高度，大小及性質。

置聽診器於右第二肋軟骨上，其下面即主動脈弓，再聽之，注意此二聲相比之大小有無改變，於此第一聲之性質有無改變？

醫學生該完全認識心聲之正常性質，因為心瓣有損害時則心聲有特別之改變，且藉此變聲能決定損害之位置，應當認識第一與第二聲間之時期即心收縮期，又當識別第二與第一聲間之時期即心弛緩期。

人之動脈血壓 Blood Pressure in Man.

人之動脈血壓之考察法如下：以一連於汞壓表之橡皮囊帶繞上臂，此囊帶又連於加壓之橡皮球，球上有瓣，瓣開時則可減囊帶內之壓力，加壓於囊帶內恰至血流不通，此可以指捫橈動脈，或以聽診器於囊帶以下聽肱動脈定之，至無脈搏或無聲時則為血流不通，查動脈血壓有下三法：

一，觀察汞壓表內汞之上下顫動 Inspection of the Oscillations.

顫動最大時其最低度之數值即心之舒張壓。

二，捫橈動脈之法 Palpation of the Radial Pulse.

於囊帶內加壓時以手捫橈動脈，至何時脈搏不見，又降壓至何時則脈搏再現，經驗多次則此二數之值頗相近，但實不能一樣，二數之平均數即心之收縮壓。

三，聽肱動脈之法 Auscultation of the Brachial Artery.

於囊帶內加壓則於每心搏動時有一清淅驟然來之聲可聽，此後再加壓至聲消滅。慢慢將壓減低直到有聲，最初所聽之聲即心縮壓力，繼續減低壓力，則前之驟然來之聲變大且有雜音，到一定點則此大聲忽然變成微小之聲且雜音消滅，此定點即心之舒張壓。

實驗之作法

用下述之標準法，查人類之動脈血壓，被試者坐於舒服椅上，右側有一高矮適當之桌，赤露右前臂，平置桌上，須令肌肉弛緩，作實驗者與之對向坐，其位置在便於觀察汞壓表及作實驗，以橡皮囊帶圍繞被試者之上臂，不可過緊或過鬆，將聽診器之鐘形端置於肘窩之肱動脈上，於橡皮囊帶內加壓以定出心縮壓及心舒壓之大約度數，同時定出橈動脈搏速率，盡釋囊帶內壓力，休息一分鐘，再加壓以詳細定出收縮壓及舒張壓，又將壓力完全去盡，休息一分鐘，以後又加壓詳細定出以上之二壓直至壓力不變時為止。

被試者之坐着標準血壓定出後，又定其平臥及站立時之血壓，並查其脈搏速率，比較其有何不同。

使汞壓表與橡皮囊帶分離，但囊帶仍繞於被試者之臂上，被試者可運動至顯出呼吸困難時，則立即照前法定出其收縮壓及舒張壓，同時亦須記出其機動脈搏，以後每隔二分鐘定其收縮壓及舒張壓，並脈搏一次，計算露若干時間血壓及脈搏纔回至正常，此實驗被試者及作實驗者可互相換做。

複寫脈搏圖 Polysphygmograms.

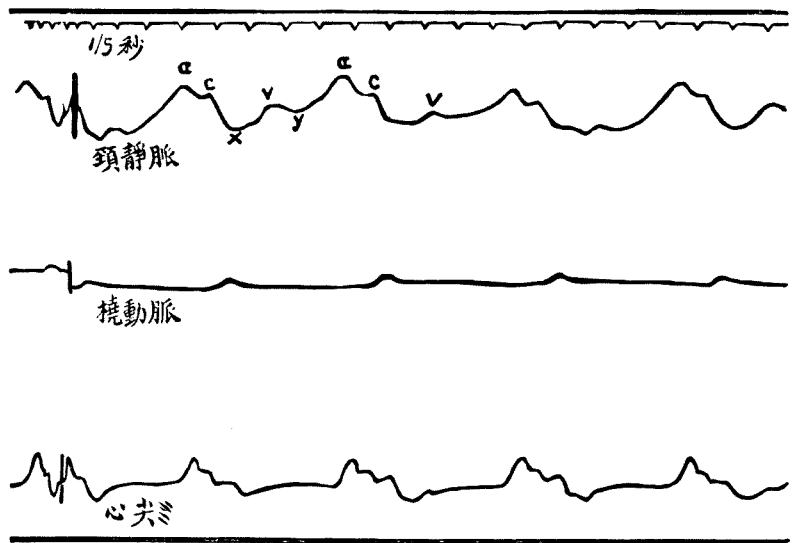
本實驗須同時作出橈動脈及頸靜脈之脈搏記錄，若欲同時作心尖衝動之記錄亦可，此實驗所用儀器有數種，但最常用者，為馬肯奢氏複寫器 Mackenzie's Polygraph 及乍克替氏複寫器 Jaquet's Polygraph. 此二種複寫器箱內均含有二部機械，一為用以旋轉運動紙條之輪，一為可記五分之一秒之記時針，至箱面之一螺絲係用以節制紙動之速度，其餘螺絲則用為節制二機械之起止，馬肯奢氏複寫器箱有二立柱，其上均有氣鼓，而每氣鼓又各有一長劃針，當紙動時此長劃針即可在紙上畫線，乍克替氏複寫器有三氣鼓，各鼓均有一短劃針，以劃線於紙面上。箱上之每一氣鼓均藉橡皮管分別連於放在橈動脈頸靜脈與心尖衝動之三種收波氣鼓。

作記錄法。

儀器既已依次裝置妥當後，學員須能完全認識儀器各部並洞悉其用途，置紙一捲於箱後之架上，將紙之一端拉出少許壓於箱頂之輪下，又將各氣鼓之劃針安好，上緊機器，用毛筆蘸墨水於劃針尖，對好各劃針使在一線上，並須使其所劃之線清楚。

被試者平臥，用小褥墊頭使其稍稍抬起，先將橈動脈之氣鼓置於橈動脈上之一合宜處，以使劃針顯出最大之搏動，最好先用手指摸定橈動脈搏動最顯之位置，以墨水作一記號，乃將橈動脈氣鼓膜上之頂形凸物恰置於記號上，橈動脈氣鼓內壓力之大小可用氣鼓上之螺絲節制之，次在被試者之頸部右側於右鎖骨微上離胸骨端外約一吋處，置一無橡皮膜之靜脈搏氣鼓，輕輕壓穩此氣鼓，並試出記錄靜脈波之適宜壓力。

完全預備妥當後，使機器轉動，並同時令被試者停止呼吸，以得數吋長之記錄，於是停止機器用手指按動各劃針使各於所止處劃一豎線（指位線）。班內各學員須輪流作被試者以得出各人之複寫脈搏圖，迨實驗畢後，必須將劃針尖完全取下用潔水洗淨，否則以後變壞而不能復用矣。



複寫脈搏圖

(華西協合大學吳和光作)

記錄曲線之解釋
標準之橈動脈搏

記錄，乃一突然上升而繼以徐徐下降之曲線，其突然上升，係因心室收縮所致。脈搏從主動脈起歷十分之一秒後橈動脈劃針即開始上升，平常脈搏速度每秒約為七至十次，在

比較橈動脈搏及頸靜脈搏記錄時，此十分之一秒之時差須當算及橈動脈搏波，除顯正浪外並於其升降畫線上皆有副波，此等副波之原因，有因儀器之關係而致者，亦有因身體內之某種情形而致者，其最重要而最常見之副波為在下畫線上之重脈搏波，重脈搏波者乃因半月瓣閉後動脈壁之彈性使血從已閉之半月瓣反動所成之波也。所以重脈搏波在少年人往往比老年人者特別明顯。

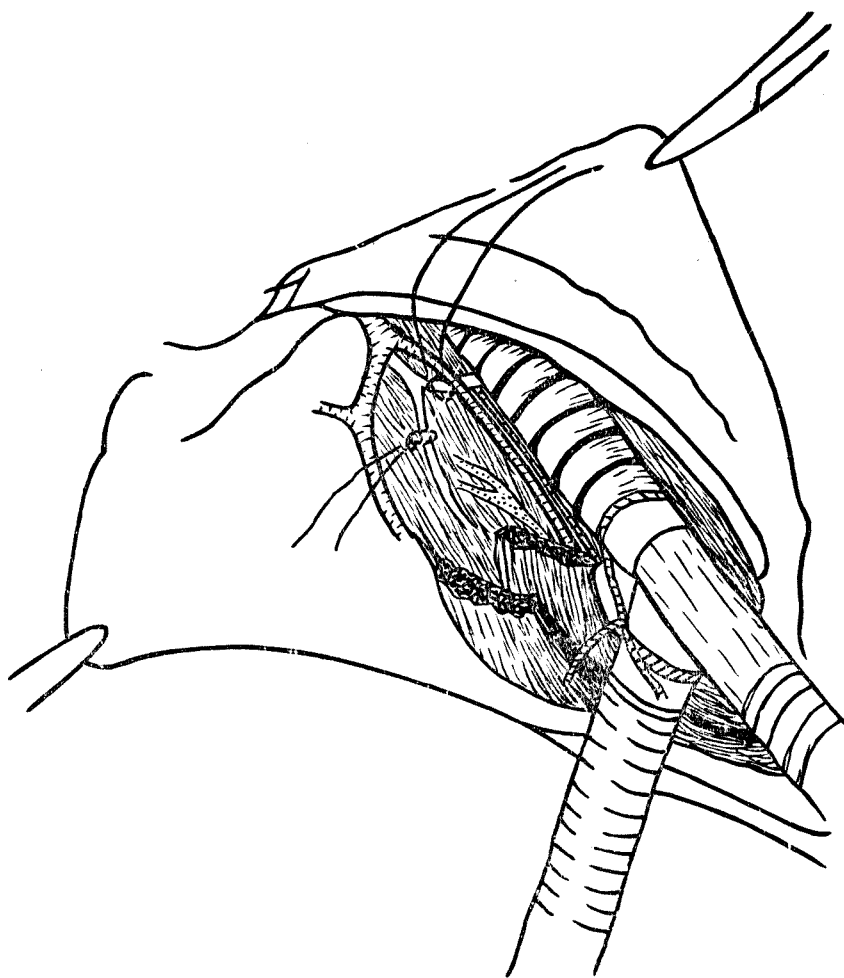
在頸靜脈記錄上有 C、A、V 三大正波，C 波乃因心室之收縮而成者，此波較橈動脈搏波早約十分之一秒，蓋此十分之一秒即頸靜脈與橈動脈二脈搏波之傳導時差也，學員對於 C 波須能確實認定，蓋只有 C 波有可靠之認定法也，A 波由心房之收縮所成，稍稍較 C 波早顯，所以可用 A、C 二波間相隔之時間以量出從心房到心室之收縮傳導速度。C 波之後有一負波即 X 波，此波大約因心房之舒張所致，隨 X 波之後有一正 V 波，而隨此正 V 波之後又有一負波名 Y 波，Y 波者乃由心室之舒張而成。

C 波之原因至今尚不十分明瞭，有人以為係自頸動脈波傳來者。有謂當心室收縮時因房室瓣關閉而向心房凸入之故所成者，恐後說較為近似。而 V 波大約當心室仍在收縮時血液充滿心房而成者。

各人之頸靜脈搏記錄若約略觀之顯有甚大之差異，但若在記錄上尋出 C 波則其他各波自迎刃而解，此所以指位線為本實驗最要之事項，吾人可用複寫脈搏圖以助診斷數種心病，如在心房纖維性顫動時，則記錄上無 A 波，又如在心傳導阻滯時，則 A、C 二波之次序錯亂，以致 A 波之數多於 C 波。

淋巴之造成 Lymph Formation

此實驗以一大狗爲之，在實驗數點鐘之前餵以過多之肥猪肉，用嗎啡和醚麻醉後，照前法安氣管及頸動脈之插管，又於頸根尋出入左鎖骨下靜脈之胸導管，此手術頗難，其法如下：皮及皮下組織須劃至胸骨切迹，於左側之最下處割斷胸鎖乳突肌及胸舌骨肌並將二肌往上翻，追外頸靜脈至其連合鎖下靜脈處。又往內追鎖下靜脈與內頸靜脈之連合處，於此二靜脈之交點處須謹慎解剖出胸導管。更須小心解剖勿傷靜脈下之胸膜，



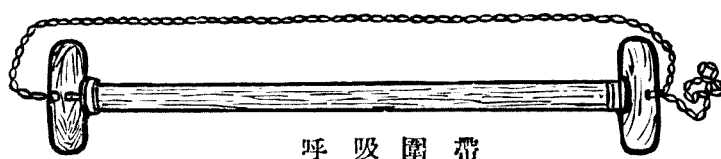
顯露胸導管及頸淋巴管之解剖法

此兩管有綫鬆繞之。 From Fraser, Hartman, Macleod and Olmsted.

(見圖)胸導管正於入靜脈之先向前及外曲，且有一小頸淋巴管與之相連，此二淋巴管易於察見，因其內容乳狀液，但頸淋巴管含較少，尋常乃縛緊頸淋巴管，但若安插管時

呼吸運動之定性記錄法 Qualitative Measurements of Respiratory Movements.

用呼吸圍帶(見圖)，藉其鍊扣緊圍胸部，但不可令被試者稍覺不舒。乃將呼吸圍帶，用一橡皮管連於氣鼓，使氣鼓畫針畫於煙鼓上；同時安一計時畫針畫於煙鼓上，於是作以下各種呼吸記錄。



一、正常呼吸 Normal Breathing.

(甲) 將呼吸圍帶圍於胸上部，胸下部，腹上部等處，以得正常呼吸運動之三處煙紙記錄。

(乙) 特別呼吸運動：即為咳嗽，談話，發笑等時之呼吸運動。

二、減少 CO₂ 壓力之效果 The Effects of Reduction in CO₂ Pressure.

(甲) 強力呼吸之效果 The Effects of Forced Breathing.

被試者於坐或站立時，作每分鐘15至18次之最深呼吸；但呼吸時不可過速或過烈，因在此等情形能增加體內之 CO₂ 故也，如此繼續呼吸 30至40 秒鐘，於是被試者將其呼吸盡量回復至自然狀態。

於呼吸運動之煙鼓記錄外，應注意以下諸點。

- (1) 深呼吸後之自覺症狀；如頭昏等。
- (2) 被試者之唇面等處之變色情形。
- (3) 深呼吸後所發生之后效時間，及後效狀態，常因人之個別而不同，所發生之后效如呼吸暫停，呼吸淺而不規則，定時性呼吸等。試比較從各學員所得之效果。

(乙) 長期強力呼吸之後效 The After Effects of Prolonged Forced Breathing.

繼續深呼吸二三分鐘，深呼吸停止後，則有呼吸暫停期，在呼吸暫停期將告終時，或可顯缺氧血之徵狀，如嘴唇發紺等，同時亦可發生手足痙攣性之運動，（手足搐搦 tetany）用指尖彈面皮時，可使面肌收縮，有時或可見聲門肌顯痙攣性收縮及鼾聲之吸氣作用。

三、增加 CO₂ 壓力之效果 The Effects of Increase in CO₂ Pressure.

(甲) 屏息時之實驗 Breath-Holding Experiments.

先作一正常呼吸記錄，然後令被試者盡量停呼吸，直至屏息極點 (Breaking Point) 為止。此時之煙紙須謹慎將後效記出，注意呼吸之深度及速度有無改變，從停呼吸至屏息極點之時間，須由計時畫針記錄算出。

在以下之各情形，再作以上之實驗，每次須記錄從停呼吸至屏息極點之時間，所得

之效果須列一表。

- (一) 正常吸氣運動後。
 - (二) 最深吸氣運動後。
 - (三) 二分鐘之強力呼吸後。
 - (四) 從含約 3% CO_2 囊中行三，四次吸氣後。
 - (五) 先作二分鐘之強力呼吸，則由含氧氣囊中行深吸氣二三次後。
- (乙) 呼吸時之實驗 Breathing Experiments CO_2 增多時之強力重複呼吸
Forced Rebreathing Without Elimination of CO_2

被試者鼻上夾一鼻鉗，於是自一寬嘴從一含約 4 立特空氣囊中呼吸，亦可用測呼吸器以代此囊。

注意 1 此實驗，被試者之主觀感覺與實驗二(乙)之強力呼吸時(失 CO_2 時)之感覺不同，此時呼吸所用之力較少，因所增之 CO_2 能刺激呼吸中樞，故不顯呼吸暫停。

由此實驗結果，可證明呼吸暫停是一種化學原因，不是神經反射作用。

正常呼吸時之重複呼吸效果 Rebreathing Effects with Ordinary Respiration. 夾一鼻鉗於被試者鼻上，用口從一含約 20 立特之空氣囊中呼吸，查看煙紙記錄上呼吸速度及深度之改變，並問被試者有何主觀感覺。

四, CO_2 增加與 O_2 減少之效果 The Effects of CO_2 Increase and of O_2 Decrease.

- (甲) CO_2 增加，同時不減少 O_2 Increase of CO_2 Without Diminution of O_2

被試者呼吸於約一呎長，二吋直徑之長管，另由一儲氧之圓筒通氣，經過洗氣瓶而籍一側管通上述之長管內。因長管過長之故，被試者無法失去 CO_2 ，故其 CO_2 之濃度漸增，換言之，即被試者之死腔 (Dead space) 大增，故其 CO_2 濃度增加也。

- (乙) CO_2 之刺激作用 Stimulating Action of CO_2

於大囊中裝含約 5% CO_2 之空氣，此囊籍一安有三路活塞之橡皮管，由瓣及嘴管與之相連接，被試者由三路活塞吸入室內空氣，又由瓣呼出於室中，因人由嘴管及瓣呼吸時，則呼吸常有改變，故此時所得之正常呼吸煙紙記錄宜與呼吸 CO_2 時所得者比較之，於是開三路活塞與氣囊相通，同時於煙紙記錄上作一記號，此時被試者吸入囊中含 CO_2 之空氣，呼出氣於室中，因須保持肺氣泡內之 CO_2 部份壓力近於正常標準，故肺之換氣作用必須增加，因此呼吸作用亦隨之增深。

- (丙) CO_2 不增多時缺 O_2 之效果 The Effects of Oxygen Lack Without Excess of CO_2

此實驗稍有危險，故必須由教員指導為之。

用盛滿空氣之大囊，籍橡皮管連鹹石灰瓶，又用橡皮管與嘴管相連，用鼻鉗將被試者之鼻夾住，乃由嘴管呼吸囊中之空氣，則呼出氣中之 CO_2 被鹹石灰吸收，待氧氣漸少時，注意煙紙記錄上呼吸之速度及深度，有顯然之改變否，此時被試者常發紺，如唇舌變污等現象，如此實驗過久，常致額部頭痛，如實驗再久，則被試者顯昏迷，而有時不顯前驅症狀。

呼吸運動之定量記錄法 Quantitative Measurements of Respiratory Movements.

一、肺活量之測量法 Measurement of Vital Capacity.

測呼吸器（如圖）有鐘形筒懸浮於一盛水之圓柱形之筒中，筒中所盛之水量，以水面低於筒頂約二吋為度，在作實驗之初將鐘形筒高出盛水筒約二吋，其法即用一手握定指針，使其不動，同時用他手升高鐘形筒，則滑車之繩移動，鐘形筒仍留其已升之高度，而指針此時指零度。

被試者於盡量深呼吸後，則緩緩均勻由嘴管盡量呼出所有之氣於測呼吸器中，指針於是定於一定點，不可移動之，照法重作四、五次，則可測出肺活量之最大量，在此站立實驗後，再於坐時及仰臥時重作此實驗，於是測量被試者之體重胸圍，直立與坐時之高度。

將所得之效果，與下預定之標準算法比較之。

West 氏之算法

(甲) 肺活量 = 體面積之平方根數 $\times 2500$

(體面積由 Du Bois 氏之圖解算出)

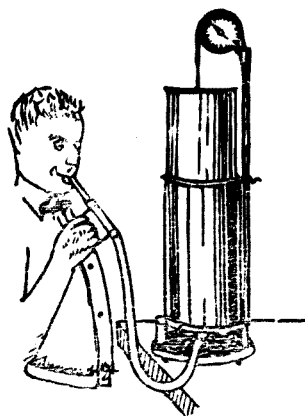
(乙) 肺活量 = 高度根數 $\times 20$

Dreyer 氏之算法在下表

甲：為多運動者如體育家等

乙：為平常運動者

丙：為少運動者



測呼吸器

由軀幹長度(坐時之高度)應得之肺活量之立特數

男				女			
軀幹之長度	甲	乙	丙	軀幹之長度	甲	乙	丙
cm.	立特	立特	立特	cm.	立特	立特	立特
55	1.7	1.6	1.5	55	1.6	1.4	1.3
58	1.9	1.8	1.7	58	1.8	1.6	1.5
60	2.1	1.9	1.8	60	2.0	1.8	1.7
62	2.2	2.0	1.9	62	2.1	2.0	1.8
64	2.3	2.2	2.0	64	2.3	2.1	2.0
66	2.5	2.3	2.1	66	2.5	2.3	2.1
68	2.6	2.4	2.3	68	2.7	2.5	2.3
70	2.8	2.6	2.4	70	2.9	2.6	2.5
72	3.0	2.7	2.5	72	3.1	2.8	2.6
74	3.1	2.9	2.7	74	3.3	3.0	2.8
76	3.3	3.0	2.8	76	3.6	3.3	3.0
78	3.5	3.2	3.0	78	3.8	3.5	3.2
80	3.6	3.3	3.1	80	4.0	3.7	3.5
82	3.8	3.5	3.3	82	4.3	3.9	3.7
84	4.0	3.7	3.4	84	4.6	4.2	3.9
86	4.2	3.8	3.6	86	4.9	4.4	4.2
88	4.4	4.0	3.8	88	5.2	4.7	4.4
90	4.6	4.2	3.9	90	5.5	5.0	4.7
92	4.8	4.4	4.1				
94	5.0	4.6	4.3				
96	5.2	4.8	4.5				
98	5.4	5.0	4.6				
100	5.6	5.2	4.8				
102	5.9	5.4	5.0				
104	6.1	5.6	5.2				
106	6.4	5.8	5.4				

由胸圍大小應得之肺活量之立特數

胸圍 cm.	男			胸圍 cm.	女		
	甲 立特	乙 立特	丙 立特		甲 立特	乙 立特	丙 立特
60	1.7	1.5	1.4	55	1.2	1.1	1.0
62	1.8	1.7	1.6	56	1.3	1.2	1.1
64	2.0	1.8	1.7	58	1.4	1.3	1.2
66	2.1	1.9	1.8	60	1.5	1.4	1.3
68	2.2	2.0	1.9	62	1.6	1.5	1.4
70	2.4	2.2	2.0	64	1.7	1.6	1.5
72	2.5	2.3	2.2	66	1.9	1.7	1.6
74	2.7	2.5	2.3	68	2.0	1.8	1.7
76	2.9	2.6	2.5	70	2.1	1.9	1.8
78	3.0	2.8	2.6	72	2.3	2.1	1.9
80	3.2	3.0	2.8	74	2.4	2.2	2.1
82	3.4	3.1	2.9	76	2.6	2.3	2.2
84	3.6	3.3	3.1	78	2.7	2.5	2.3
86	3.8	3.5	3.2	80	2.9	2.6	2.5
88	4.0	3.7	3.4	82	3.1	2.8	2.6
90	4.2	3.8	3.6	84	3.2	3.0	2.8
92	4.4	4.0	3.8	86	3.4	3.1	2.9
94	4.6	4.2	4.0	88	3.6	3.3	3.1
96	4.9	4.4	4.2	90	3.8	3.5	3.2
98	5.1	4.7	4.4	92	4.0	3.6	3.4
100	5.3	4.9	4.6	94	4.2	3.8	3.6
102	5.6	5.1	4.8	96	4.4	4.0	3.7
104	5.8	5.3	5.0	98	4.6	4.2	3.9
106	6.1	5.6	5.2	100	4.8	4.4	4.1

由體重應得之肺活量之立特數

男				女			
體重	甲	乙	丙	體重	甲	乙	丙
Kgm.	立特	立特	立特	Kgm.	立特	立特	立特
20	1.7	1.6	1.5	15	1.3	1.2	1.1
25	2.0	1.9	1.8	20	1.6	1.4	1.3
30	2.5	2.3	2.1	25	1.8	1.7	1.6
35	2.8	2.5	2.3	30	2.1	1.9	1.8
40	3.0	2.8	2.6	35	2.3	2.1	2.0
45	3.3	3.0	2.8	40	2.5	2.3	2.1
50	3.5	3.2	3.0	45	2.7	2.5	2.3
55	3.7	3.4	3.2	50	3.0	2.8	2.6
60	3.9	3.6	3.4	55	3.2	3.0	2.8
65	4.2	3.8	3.5	60	3.4	3.1	2.9
70	4.5	4.1	3.7	65	3.6	3.3	3.1
75	4.7	4.3	4.0	70	3.9	3.5	3.3
80	5.0	4.5	4.2	75	4.1	3.7	3.5
85	5.2	4.7	4.4	80	4.3	4.0	3.7
90	5.4	5.0	4.6	85	4.5	4.1	3.9
95	5.6	5.1	4.8	90	4.6	4.3	4.0
100	5.8	5.3	4.9				

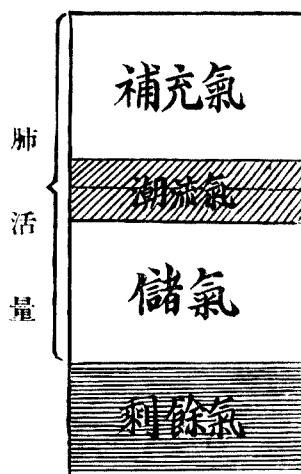
考肺活量之通常方法，即將被試者之軀幹長度，胸圍大小所應得之標準肺活量平均之，體重標準比較不確。

上舉標準，為測量白種人而得者；中國人之標準或稍有不同之處。

二、平均潮流氣之測量法 Measurement of the Average Tidal Air.

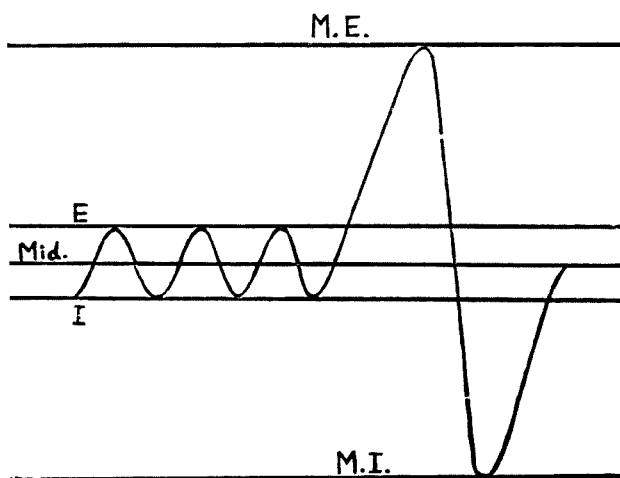
將嘴管用一擴橡皮管連於節制空氣出入之瓣，安一大三路活塞於出瓣與氣體測定器間，先轉活塞使被試者呼氣於外，待被試者之呼吸與儀器適合後，於是轉動活塞與氣體測定器相通。經一定之時間後，則將呼吸次數及經過氣體測定器之空氣總量一一記錄。用呼吸次數除空氣總量即得作實驗時之平均潮流氣量。

在劇烈運動後，再作此實驗。



三、儲氣及補充氣之測量法 Measurements of the Supplementary and Complementary Air.

此等測量法最好用一畫針連於測呼吸器之鐘形筒上或砵碼上。先在煙鼓上得一正常呼吸運動記錄，於是盡量作一深呼氣，即得儲氣之量，立刻盡量深吸氣即得補充氣之量。潮流氣及肺活量亦可由曲線推出。(見圖)



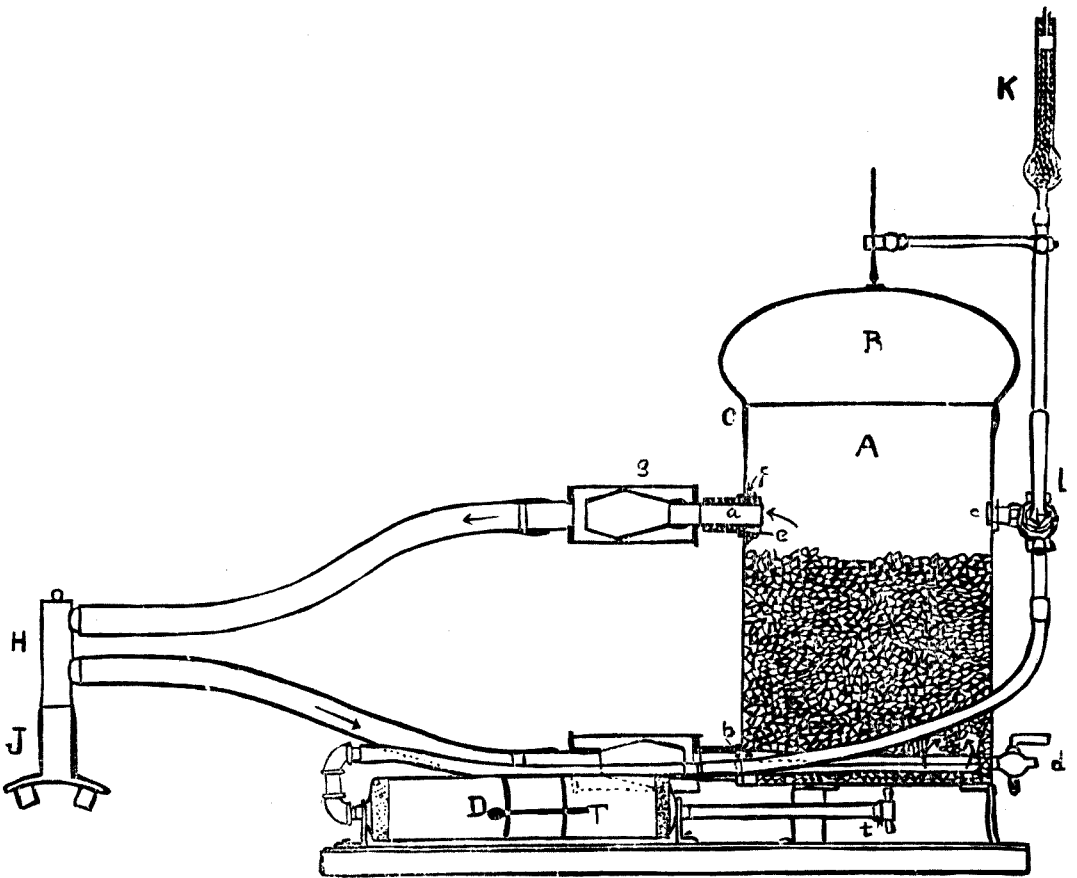
由測呼吸器所得之煙紙記錄

E. 線為正常呼氣後之畫針處，I 線為正常吸氣後之畫針處，由 E. I 二線相隔之距離可算出潮流氣量，M. E. 為最深呼氣後之畫針處，M. I. 為最深吸氣後之畫針處，由 M. E. 及 M. I 二線相隔之距離為肺活量，Mid 線為呼吸中位處。

基礎新陳代謝 Basal Metabolism.

第一法：定量氮之吸收以定基礎新陳代謝 Determination of the Basal Metabolic Rate by Measurement the Amount of Oxygen Absorbed.

於實驗之前一日，選擇一被試者，至實驗日不吃早飯，即自前一日夜至實驗日約十五鐘內不應吃任何物，被試者未至實驗室之前，須將膀胱排空，免防以後實驗，至實驗室之後，須舒服平臥於床上，不動，不思想但不睡眠，完全休息半點鐘之久，同時行實驗者預備儀器，其法如下。(見圖)



Benedict 氏之學校式新陳代謝儀器

A. 含蟻石灰之銅桶，B. 橡皮帽有 C. 橡皮帶緊緊繫着，被試者由 J. 橡皮嘴管呼吸，H. 由二橡皮管使嘴管與二瓣管相連，呼出氣由 b. 孔入銅桶，被蟻石灰除去二氯化炭之氣由 a. 孔再入被試者之口，K. 盛有水濕之海綿，可連於含氮之橡皮囊。D. 為唧筒，L. 為三路活塞，可使 D. 與 K. 及氣囊相通，或使 D. 與 A. 相通，T 為溫度計。

此儀器有三要緊者：一，含有蘇石灰之銅桶及一活重之橡皮帽。二，使通口之嘴管與銅桶相連之彎管。三，唧筒與含氮之橡皮囊及銅桶間有三路活塞之管相連。

此儀器之原理如下：氮氣通入封閉嚴密之系統內，有二瓣以節制被試者呼吸氣之方向，被試者所吸者為純氮，其呼出者經過含蘇石灰桶而消去二氯化炭，餘為氮氣又加入吸氣道內，被試者呼吸時橡皮帽有升降大運動，其頂有小銅鈕，每運動時須抵其上之銅片，若至不能抵時則知系統內之氮氣體積減少，如此可定出每定量唧筒之氮須若干時用完。

實驗之作法如下：先以診病溫度計定出被試者口內之溫度，若體溫不高於正常則可行此實驗，考察儀器有無漏隙，其法如下，用橡皮塞塞緊嘴管，以唧筒使空氣充滿此容氣系統，至帽上之銅鈕恰抵銅片，於帽上置一重 50 克之砝碼，待三分鐘，取去砝碼，查銅鈕仍抵銅片否。

考察唧筒法：唧筒之下口借一橡皮管與一玻管相連，此管浸於容水玻璃杯之水面下，厭唧筒之活塞，每次使出數立方呎空氣入水，查玻管內有水返回唧筒否，若水返回，則將唧筒之活塞桿上端之螺絲釘放鬆，轉緊螺旋柄，再旋緊螺絲釘，理好後復試之，至水不返回為止。

用橡皮囊裝滿氮氣連於儀器上之尿管，此管內含有被水浸濕之海綿，且與銅桶三路之活塞管之第一口相連，另用二橡皮囊裝滿氮氣以便第一囊用完時接續之用，唧筒與銅桶三路活塞管之第二口相連。

用手壓橡皮帽入銅桶，使其中之空氣大半壓出，以橡皮片套於嘴管，置於口內，此片應在唇及齒之間，用一合宜之鉗，夾緊被試者之鼻，同時使氮裝滿銅桶，至被試者之呼氣後，銅鈕上升稍壓於銅片。

作實驗者坐於矮凳上，手執一錶，眼與銅片下面齊平，注視銅鈕之升降，若銅鈕第一次沒有抵着銅片，隨即見 將時記下，見錶法：先見秒針，次見分針，末則見時針，若銅鈕第二次仍沒有抵着銅片，則將第一次沒有抵着時之時間，記錄於特別紙單上，若銅鈕第二次上升又抵着銅片，則記憶第一次之時間無效。

轉動活塞，使唧筒與含氮之橡皮囊相連，唧滿氮氣，再轉動活塞，使唧筒與銅桶相通，漸漸加入氮氣，使橡皮帽上之銅鈕每上升皆抵着銅片，到唧筒內之氮氣只有約二寸高時，當忽然壓下活塞，使氮氣入銅桶中，再詳細考察銅鈕之抵着銅片否，照上法記錄時間，如此做完六次滿氮之唧筒，稱為第一期，將嘴管從被試者之口取出，放鬆鼻鉗令之休息十分鐘，但仍平臥不動，再做六次滿氮之唧筒，稱為第二期，再休息十分鐘，又照上法做之，到第三期為止，於每期中間記錄唧筒之溫度及大氣壓。

同時副手坐矮凳於被試者之頭端，以聽診器之鐘形端放於被試者之心尖上以衣蓋之，在每期內應兩次考察心搏動，每回應數出三十次心搏動需若干時間，又每期內應考察十次呼吸需時若干，（橡皮帽之升降一次即呼吸一次。）所得之數目，亦記錄於下紙單上。

三次完畢時，照下法算出被試者於每期每分鐘所需氧之立方糶數。

將自圈至六次所得之七時間，填於特別計時圖解紙上，填法：豎軸填唧筒期數，橫軸填時限數，查諸點是否在一直線上，若有過半數在一直線上，且線經過零點及末點，則將此末點即總數記下，是為圖解後之時限，若直線未通過製定之零點及末點則須加或減以成圖解後之時限。又將圖解後之時間中之秒數，用嘉彭忒耳氏之第一表*改為分數之百分數。

查唧筒之底，尋出唧筒容量之立方糶數，翻出此數之對數，寫於下紙單上。

用嘉彭忒耳氏之第七表翻出實驗時記錄大氣壓之正溫壓之對數，若氣壓太低，不能於此表翻出對數，可用其第三，第五及第六表，若用汞壓表記錄氣壓，因其記尺為銅，其伸縮與溫度有比列，當用嘉彭忒耳氏之第四表改正之，然後尋其對數，上所得之二對數相加，從其和，減去改正時間之對數，所餘者即被試者於每期，每分鐘所需氧量之對數，又將此對數翻成立方糶數。

若三次之得數相差不大，則三數相加而求其平均數，用嘉彭忒耳氏之第十四表尋出此數於一點鐘及二十四點鐘內當生若干加路里熱。

照被試者之無鞋高度，歲數，無衣時之體重及男女性於嘉彭忒耳氏之第二十四至第二十七表內尋出二十四鐘內應生加路里熱若干，將實驗所得者與應得之數比較，查其相差百分數若干。

用嘉彭忒耳氏之第十八表，算出被試者全身面積之方糶數目，又用其第二十八表，算出此方糶數於每點鐘內應生加路里熱若干，將此得數與實驗所得者比較之，其差數應用百分數寫出。

* 嘉彭忒耳氏之表可閱下書 Thorne M. Carpenter: Tables, Factors, and Formulas for Computing Respiratory Exchange and Biological Transformations of Energy. Second Edition, 1924. Published by the Carnegie Institution of Washington.

新陳代謝實驗單

姓名 實驗之日期
 生日 高度 性 (有衣
 至實驗室之時 休息之時 體重) (無衣
 實驗時之衣服
 實驗日前夜之食物
 吃食物之時間
 體溫 室溫 室外溫度
 實驗者 副手

大氣壓 唧筒溫度			大氣壓 唧筒溫度			大氣壓 唧筒溫度		
次數	時間	時限	次數	時間	時限	次數	時間	時限
0	0	.....	.....	0	.....	.....
1	1	.....	.....	1	.....	.....
2	2	.....	.....	2	.....	.....
3	3	.....	.....	3	.....	.....
4	4	.....	.....	4	.....	.....
5	5	.....	.....	5	.....	.....
6	6	.....	.....	6	.....	.....
時限之總數	時限之總數	.....	.....	時限之總數	.....	.....
圖解後之總時限	圖解後之總時限	.....	.....	圖解後之總時限	.....	.....
唧筒容量之對數	唧筒容量之對數	.....	.....	唧筒容量之對數	.....	.....
正溫壓之對數	正溫壓之對數	.....	.....	正溫壓之對數	.....	.....
圖解時限之對數	圖解時限之對數	.....	.....	圖解時限之對數	.....	.....
每分鐘氮量之對數	每分鐘氮量之對數	.....	.....	每分鐘氮量之對數	.....	.....
= 立方厘			= 立方厘			= 立方厘		

脈搏速率				呼吸速率				備 攷	
時間	數目	秒數	速率	時間	數目	秒數	速率		
								二十四鐘內應得之加路里熱	
								二十四鐘內由實驗所得加路里熱	
								相差之百分數	
								面積	
								一點鐘一方呎應得之加路里熱	
								一點鐘一方呎由實驗所得之加路里熱	
								相差之百分數	

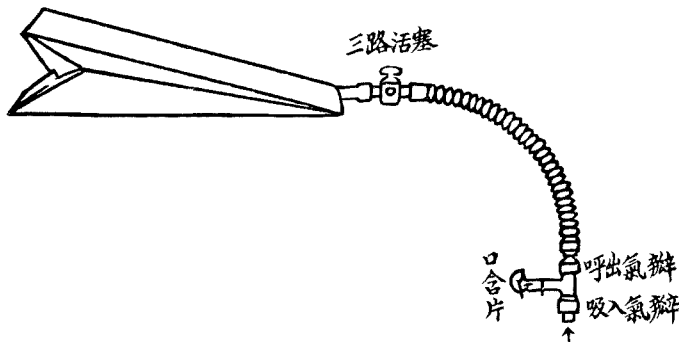
基礎新陳代謝 Basal Metabolism.

第二法：分析呼出氣以定基礎新陳代謝 Determination of the Basal Metabolic Rate by Analysis of the Expired Air.

此實驗之原理，乃定量被試者於短期內所呼出空氣之體積及其組成，用此組成數目與室中之空氣組成相比較，查被試者於一定時間內所用之氮量及二氧化碳之產量，從此等數目則易算出其於一定時間內所生之能力，被試者須在基礎新陳代謝情形下，乃得算出其最準確之基礎新陳代謝速率。

被試者照第一定新陳代謝之法，不吃早飯，入實驗室靜臥，休息半點鐘後，以通口嘴管令被試者含之，其所套之橡皮片應在唇及牙齒之間，同時將鼻夾緊。嘴管連於含二瓣之 T 形管，一瓣為室中空氣入管之節制器，另一瓣為節制呼出氣入一吋直徑大橡皮管，此大橡皮管連於三路鉛製活塞之第一口，此活塞之第二口連於一百呎之杜古拉斯氏橡皮囊 Douglas Bag 其第三口通室中空氣將大囊頸上之側管夾緊，此囊先由作實驗者，由活塞吹入以鼻吸氣以口呼出之氣，至囊半滿時，則捲裏囊以完全逐出吹入之呼出氣，先須令此囊與氣體測定器相連 gas meter 免室中空氣返流入囊。

先將被試者用口，由三路活塞之第三口呼吸室中空氣，數分鐘後，轉動活塞使被試者之口與囊相通，則呼出氣入囊，在轉活塞時按起止時計，Stop-watch 謹慎記錄實驗時之時間，過約十分鐘後，轉動活塞使人口通外，同時按起止時計以記出一定之時間，兩次轉活塞時皆須在呼吸週之同期內，最合宜者即皆在呼氣之末吸氣之始之間期上。



再轉活塞使囊中氣不通於外，取出被試者口內之通口嘴管，將此管與大橡皮管分離，使大橡皮管與氣體測定器相連，用手屢次壓大橡皮囊，使內貯之氣完全混合，用一大玻璃注射器 (20 c.c.) 連於大囊頸上之側管。此注射器之活塞上須有黃石蠟以免洩氣，行實驗時注意氣體測定器上之四指針。開活塞使大囊與氣體測定器相通，壓大囊使其中之氣漸漸經過氣體測定器，至經過約十呎時，放開囊頸側管上之夾，同時抽出注射器之活塞，使囊中氣入注射器。再將活塞送入注射器，使器中空氣再逐入囊，如此抽送多次直至注射器內之空氣為大囊氣之真實標本。將注射器取下，即用指按緊下口，埋入水銀槽

內，以待分析之用，照樣另用一注射器，得第二呼出氣標本。再壓大囊，使其中之氣完全經過氣體測定器，至終將囊自底向活塞裏起，以逐出除剩之氣，到氣完全逐出時，則轉動鉛製活塞以關閉之，查氣體測定器上之指針，則記錄此呼出氣之體積總數，同時查氣體測定器上之溫度計，記錄其為若干，又查氣壓計定出大氣壓力。

計算呼出氣每分鐘於正溫壓時之乾氣體積數。因為囊中氣有水汽與之飽和，欲得其乾氣體積數目，須用嘉彭忒耳氏之第八表翻出，若所得之大氣壓太低沒有記在表上，則用下列之方程式算出。

$$\left(\frac{1}{1+0.00367t} \times \frac{P-e}{760} \right) \times \text{呼出氣之體積總數。}$$

t = 溫度，P = 改正後之大氣壓。(第四表)

e = 在 t° 時之水汽壓力。(第三表)

舉 例

呼出氣入囊之時	5分45秒(5.75分)
量氣體積器所量之體積數	40.6呎
量氣體積器內之溫度	12.2度(攝氏表)
氣壓計之大氣壓數	764耗汞柱
翻第四表尋出氣壓計之改正數	1.50耗汞柱
已改正之大氣壓	762.5耗汞柱
翻第八表尋出氣壓 762.5 耗及 溫度 12.2°C 時之乘體積之數	0.947
所以呼出氣於正溫壓時乾氣體 積數	40.6 × 0.947 = 38.4呎
呼出氣於每分鐘之乾氣體積數	38.4 ÷ 5.75 = 6.68呎

使含有吸出氣體注射標本管連於氣體分析器，此器須先滿有純氧氣，照下實驗法即氣體分析法分析之。

炭及氮氣之百分數。

自上所得之分析數，算出呼吸商，其法如下舉例。

- | | | |
|--------------------|-------------------------|------|
| 1, 呼出氣內二氧化碳之百分數 | = 3.50 | |
| 2, 呼出氣內氮之百分數 | = 16.89 | |
| 3, 呼出氣內二氧化碳及氮之總百分數 | = 20.39 | |
| 4, 呼出氣內氧之百分數 | = 100 - 20.39 = 79.61 | |
| 5, 室中空氣內二氧化碳之百分數 | = 0.03 | } 恒數 |
| 6, 室中空氣內氮之百分數 | = 20.93 | |
| 7, 室中空氣內之氧氣之百分數 | = 79.04 | |
| 8, 等於第四項之氧量之氮百分數 | = 79.61 × 0.265 = 21.10 | |

(見嘉彭忒耳氏之第十一表)

9. 吸收氮氣之百分數	$= 21.10 - 16.89 = 4.19$
10. 呼出二氧化碳之百分數	$= 3.50 - 0.03 = 3.47$
11. 每分鐘吸收之氮	$= 6680 \times \frac{4.19}{100} = 280$ 立方糎
12. 每分鐘產出之二氧化碳	$= 6680 \times \frac{3.47}{100} = 232$ 立方糎
13. 呼吸商	$= \frac{CO_2}{O_2} = \frac{232}{280} = 0.83$

既已知其每分鐘吸收之氮量，則可算出其每分鐘之能力之產出，氮氣之能產出若干能力，乃與呼吸商有關係，在嘉彭忒耳氏之第十三表內，可以尋出在任何呼吸商時一坩氮氣所生之加路里熱，因此在此表內，則尋出呼吸商為 0.83 時，一坩氮氣生熱 4.838 加路里，所以每分鐘所產之熱為 1.35 加路里，每點鐘則生熱 81.0 加路里，每二十四點鐘則為 1944 加路里。

照彼試者之面積，算出每方呎所生之熱。

在嘉彭忒耳氏之表內，翻出彼試者之每方呎照其歲數，及性所應生之熱，又尋出彼試者之照其體重，高度，歲數及性所應需之熱，比較之，將其差數寫為百分數。

氣體分析法 Gas Analysis.

哈丹 Haldane 氏氣體分析儀器為最準確

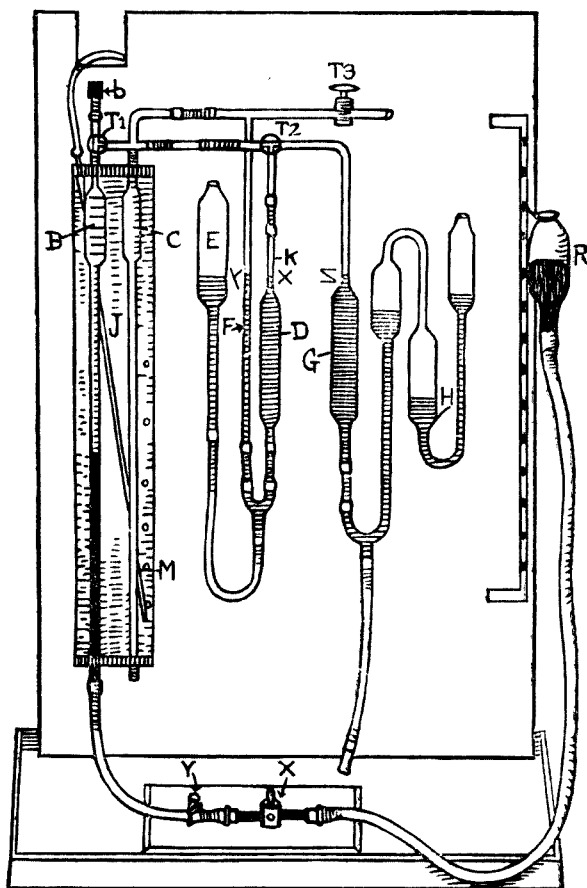
原理如下：從被試者之呼出氣中，取少許作標本，裝入刻度管，量其體積。此後以百分之十之氫氯化鉀或氫氯化鈉溶液吸收其二氧化碳，量其體積之縮小，即知其中所含之二氧化碳之量。再以焦性沒食子酸（百分之十之焦性沒食子酸溶於比重 1.55 之濃氫氯化鉀而成）吸收其氮氣。再量其體積之縮小，即知其中所含之氮量，所餘者為氫及氫。

詳細考查儀器，但物轉動其任一活塞，刻度管之壺腹能容 7c.c.，刻度管之窄管能容 3 c.c.，其刻度從上到下只於窄管上有之，每二小刻度間能容百分之一立方釐。以放大鏡窺之，能定出千分之一立方釐量。（見圖）

定出空氣中二氧化碳及氮氣之

法：

預備所用之儀器，儀器上之各活塞之安置如圖所示，使 T_1 活塞轉成 \oplus 方向，則刻度管只通外，待刻度管內之水銀面不顫動時，則將 T_1 活塞轉成 \ominus 位置，轉 T_2 活塞成 \ominus 位置，使刻度管通於容氫氯化鉀之玻璃管 K, D. 將貯汞池之鍊上下稍為移動，使 K 管內之液面平 X，由 M 管吹氣入水筒，使其溫度均勻調和，動貯鹼池 E，使 F 管內之液面與 Y 平。轉 T_2 活塞成 \oplus 位置，則刻度管通於含焦性沒食子酸之 G 玻璃管，稍為移動貯汞池，使 G 管內之液面平 Z 刻線，轉 T_2 活塞使成 \ominus 位置，使刻度管 B 通於 D 管。又注意 K, F 二管內之液面各平 X, Y 刻線，關 T_3 活塞，用螺旋使貯汞池稍為移動，使 K 管內之液面恰與 X 齊平。此時節制管 C 至 F 管 Z 處有定量之空氣，若實驗室之溫度及大氣壓有改變，則節制管 C 內之空氣之體積縮小或膨脹，能使液面離開 Y 刻線，可以移動貯鹼池 E 使液面恰恢復到 Y 刻線，刻度管 B 與節制管 C 在同一水筒內，



哈丹 Haldane 氏氣體分析儀器為最準確

且其容量亦相等，故若一個因溫度或氣壓有改變，其他一個仍照樣有改變，因貯鹼池 E 通 D 管，故其位置有改變時，則能使刻度管 B 及節制管 C 內之內容有同大之改變。所以在預查刻度管 B 內之度數時，須移動貯鹼池使 F 管內之液面恰與 X 刻線平，又須移動貯汞池使 K 管內之液面恰與 X 刻線平，此二管內之液面成水平後，方可查刻度管 B 上之度數，刻度管 B 及節制管 C 內之空氣須常與水汽飽和，因無水汽與之飽和，則 B, C 二系統內之液必常蒸發，使水汽與之飽和之法，即於節制管 C 加少量水。又於刻度管 B 內加入少許淡硫酸，以便中和玻璃內鹼之用。

上述備妥後，則將 T₁ 活塞轉成 ① 位置，刻度管不通於儀器他部，只通室中空氣，以手提起貯汞池使汞逐出刻度管內之空氣而充滿之，但須謹慎勿令汞溢出。降低貯汞池使刻度管內之汞約降到刻度九，則轉 T₁ 活塞成 ② 位置，使刻度管通於儀器他部，用放大鏡以視刻度管內汞平面之刻度，以便知道此管內空氣之量。此時須令 K, F 二小管內液面平 X, Y 刻線。

提起貯汞池，使刻度管內之汞升至壺腹上口以逐此管內之空氣至 D 管，須謹慎勿令汞至 T₁ 活塞，降低貯汞池，使刻度管內之汞降低約到三分之一或三分之二刻度，以使 D 管內之空氣復回刻度管，但須謹慎勿令鹼液升過 D 管壺腹之上口或升至 T₂ 活塞，照上法再令刻度管內之空氣入 D 管，且再吸回刻度管，如是作十次，末則仍令空氣存於刻度管，自 M 管吹氣入水筒內以令其溫度均勻，掛貯汞池於銅絲，用螺旋使貯汞池動以令 K 管內之液面與 X 刻線齊平。又移動 E 池以令 F 管內之液面平 Y 線，預查 K, F 二小管內液面各平 X, Y 刻線後，則預查刻度管內汞面之刻度數。得數與前有差，則此差數即鹼溶液吸收空氣中二氯化碳之量。再使此刻度管內之空氣被逐入 D 管，且又被吸回，照前法作十次，再量刻度管內汞面之刻度數，若此得數與第二次無差，即證明空氣中之二氯化碳完全被鹼溶液吸收，若此次得數與第二次有差，則空氣中二氯化碳之量尚未被鹼溶液完全吸收，可照前法作第三次，若於必要時可作第四次，至證明二氯化碳完全被吸收而止。

轉 T₂ 活塞成 ③ 位置，使刻度管通於容焦性沒食子酸管 G 提起貯汞池，使刻度管內之空氣被逐入 G 管，須謹慎勿令汞升過壺腹上口或升至 T₁ 活塞，降低貯汞池，使 G 管內之空氣被吸回刻度管，仍須謹慎勿令焦性沒食子酸升過 G 管壺腹之上口或升至 T₂ 活塞，此手術作十餘次，此時空氣中最多已被焦性沒食子酸吸收，但 K 小管內仍有氫氣存在，故轉 T₂ 活塞成 ④ 位置，使刻度管 B 通 D 管，升降貯汞池五或六次，轉 T₂ 活塞成 ⑤ 位置，使刻度管 B 通 G 管，再升降貯汞池五或六次，又使刻度管 B 與 D 管相通，升降貯汞池五或六次後，使刻度管 B 與 G 管相通，升降貯汞池十次，使 G 管之液面平 Z 刻線，掛貯汞池於銅絲上，自 M 管吹氣入水筒內，使其中之溫度調和均勻。轉動螺旋以使 G 管內之液面恰與 Z 刻線齊平，注意刻度管內汞面之刻度數，照上法再升降貯汞池十餘次，定出刻度管內汞面之刻度數，此二次之差數即焦性沒食子酸吸收氫之量。照上法再升降貯汞池十餘次，再定出刻度管內汞面之刻度數，若此數與第二次得者無差，即證明空氣中之氫完全被吸收，若有差則空氣中之氫尚未被吸盡，再作上手術，至此系統內之氫氣完全被吸收而後止，令 G 管之液面恰與 Z 線齊平，則注意刻度管內汞面之刻度數。

此時系統內之各管只有氮氣，可分析彼試者之呼出氣。將標本氣由刻度管之上口入之，分析法完全與上述相同，標本氣吸入刻度管之法如下：

被試者用空氣瓣吸收室中空氣，而令呼出氣入杜古拉斯氏橡皮囊，至囊容有數十研氣體時，則取出標本氣，其取法見前實驗即定基礎新陳代謝第二法，將盛有呼出氣標本之注射器，移至刻度管處，連於裝滿汞之刻度管口上之橡皮管，左手降低貯汞池，同時右手壓注射器上之活塞，使刻度管裝滿標本氣，謹慎須使標本氣壓大於大氣壓，即以手指壓注射器之活塞是也。

呼出氣之分析之舉例：

刻度管內呼出氣之容量	9.677 C.C.
二氧化碳被吸收後之容量	9.336 C.C.
所以二氧化碳之容量	0.341 C.C.
氮被吸收後之容量	7.698 C.C.
所以氮之容量	1.638 C.C.
二氧化碳之百分數	$\frac{0.341}{9.677} \times 100 = 3.52\%$
氮之百分數	$\frac{1.638}{9.677} \times 100 = 16.93\%$
氫之百分數(自差數得來者)	$= 79.55\%$

若所欲得者，不為百分數，而為各氣體之體積，則須用表尋出該氣體於分析時之溫度及大氣壓之水汽壓力，從分析時之大氣壓減去翻出之水汽壓，然後將求出之氣體積數改為正溫壓時之體積。

分析完畢時，將儀器上之 T_1 T_2 T_3 三活塞，轉成圖上之形式。

人行走時需要之能力 The Energy of Walking.

定人行走時所需之能力，須先得其行走時所需能力之總數，減去其靜立時所需之能力，此實驗仍須免去食物之關係，故被試者當不吃早飯至實驗室，作法與用杜古拉斯氏囊定基礎新陳代謝之法相同，只是被試者不臥平。

將杜古拉斯氏囊背於背上，與囊相連之大橡皮管從腋下穿出，連於含二瓣之T形通口嘴管。

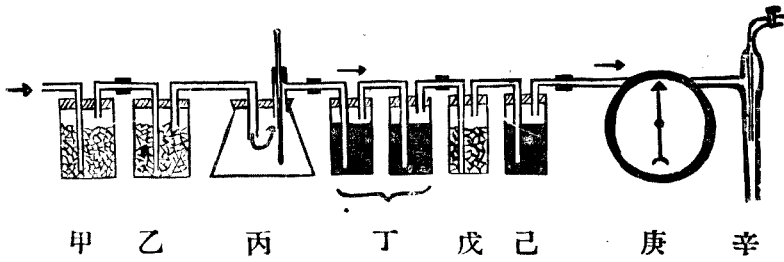
預備妥後，被試者靜立，接收呼出氣十分鐘，照前法定其靜立時新陳代謝之速率。

另用一空杜古拉斯氏囊背於前被試者之背上，其通口嘴管之連法如前，被試者手內執錶以定速率，來往於定距離之指定路上，此時被試者之口借三路活塞之第三口通外，待其行走速率均勻後，作實驗者轉動三路活塞，使被試者之口與大囊相通，接收呼出氣十分鐘，仍照前法，定此行走時新陳代謝之速率。

比較一人在不同速率行等距離，或幾人在同速率行等距離時所用之能力，應照下法算出，即每一尅體重行一呎之平地，須用若干克加路里（一大路里等於一千克加路里）秤體重時，被試者之衣服和所背負之儀器一併秤之。

小動物之新陳代謝 The Metabolism of Small Animals.

將儀器如圖安置妥後，以一小白鼠或一小荷蘭豬入丙空瓶中，使空氣經過含鹼石灰之瓶(甲)以去二氧化碳，過容濃硫酸之瓶(乙)以去水汽，至入丙瓶後，則又經過二濃硫酸瓶(丁)以吸收其水汽，過鹼石灰瓶(戊)以吸收其二氧化碳，再經過一濃硫酸瓶(己)而入量氣體積器(庚)中，量其體積為若干，未作實驗之前，須稱動物和丙瓶及空氣出而經過之二濃硫酸丁瓶和鹼石灰戊瓶及相連之濃硫酸己瓶之重量，稱時於砝碼之秤盤，須置等大之空瓶，以使玻璃表面之水氣相等。



定小動物新陳代謝之儀器

甲，鹼石灰；乙，硫酸；丙，貯動物之室；
 丁，硫酸；戊，鹼石灰；己，硫酸；庚，氣
 體測定氣(作此實驗不須用)；辛，吸引器。

使空氣經過儀器三十分鐘後，再稱前稱過之瓶，且記錄量氣體積器所記之體積數目及溫度數目，用下法算出此小動物之新陳代謝。

實驗三十分鐘	實驗之前	實驗之後
動物之重量	=	克
動物失重	=	克
硫酸瓶之重量	=	克
呼出水氣之重量	=	克
鹼石灰瓶和硫酸瓶之重量	=	克
呼出二氧化碳之重量	=	克
接收氮 = 二氧化碳量 + 水氣量 - 動物失重	=	克

一克分子量氣在攝氏表零度及大氣壓七百六十耗時有二十二又十分之四 (22.4) 升，從此可以定出：

- 一 呼出二氧化碳，每分鐘之體積。
 - 二 吸收氮每分鐘之體積。
- 從上得數可以尋出呼吸商。

三 呼吸商 = $\frac{\text{呼出二氧化碳之體積}}{\text{吸入氮之體積}}$

四 每分鐘之耗費能力。

每分鐘之能力 = 每分鐘算之蚱數 × 每蚱算之 4.825 加路里。
 = 每分鐘之加路里。

因此每點鐘之能力 = 每點鐘之加路里。

所以每點鐘每蚱之能力 = 每點鐘每蚱之加路里。

比較此小動物與人之新陳代謝速率如何？

(人之平均用能乃每點鐘每蚱體重約1.3加路里。)

如何解釋此差異？

實驗：——用上儀器以定一白鼠之新陳代謝，(一)將貯白鼠之空瓶浸於百度表十度之水內，及(二)將此瓶浸於約二十五度之水內。可以查出第二實驗內之動物之活動及呼吸交換之多寡減少極大，解釋此等結果之保體溫之關係。

體溫及其節制法 Body Heat and its Regulation.

一, 人之正常體溫 The Normal Temperature of Man.

各學員須於一星期內, 每日早, 午, 晚, 三時, 用檢溫計試驗口之溫度, 試驗之鐘點須每日皆同, 每試驗時將檢溫計(檢溫計表暫從教員借用), 含在口內舌下足二分鐘, 但於試驗之前一刻鐘不可飲食及室外呼吸, 至實驗最後之一日, 並須試腋下(至少須五分鐘)及肛門與口之各溫度, 以比較其結果(試肛門時另用一特別之檢溫計), 學員可將試驗之日期時間及試得之溫度作一曲線, 並將全班學員之溫度結果作成曲線以比較之。

二, 飲冷熱液體與口腔溫度之關係 The Effects of Cold and Hot Drinks on Mouth Temperature.

試出舌下溫度後, 飲一杯冰冷水, 又試之, 又須試出體溫須許久始可還原, 又於飲甚熱之水之前後試出舌下之體溫, 並試出其還原之時間。

三, 冷血與熱血動物之區別 The Difference Between Cold and Warm Blooded Animals.

用檢溫計插入蛙之食管以試出其體溫, 投蛙入 30°C 之水內十分鐘又察其體溫有無改變, 又將蛙投入冷水內十分鐘再察其體溫如何。

冷血動物之體溫與外圍溫度之改變有何關係。

試出豬鼠之肛門體溫後, 置猪入一有小眼之蓋之大口玻璃瓶內, 又將玻璃瓶置於 35°C 之水內, 十分鐘內常試其呼吸之速率之改變, 又於十分鐘後試其體溫如何。

再照上法浸瓶於 10°C 之水內作此實驗。

熱血動物與外圍溫度之改變有何關係。

四, 散熱法 Heat Loss.

試出舌下溫度後閉口速跑十分鐘, 坐於熱室內, 注意皮膚內血之散布有無改變, (看皮膚顏色之改變即可知血之散布,) 又注意有無汗之分泌, 此時又試口內溫度有無改變。

五, 汗之蒸發作用 The Evaporation of Sweat.

二燒杯內盛等量之水, 一杯之水面加油一層以免蒸發, 兩燒杯內皆插溫度計而同時浸於沸水內, 觀察何杯內之水之溫度上升較快。

六, 卡他寒暑表 The Kata Thermometer.

用卡他寒暑表之目的在量出大氣內與體溫相近之表面之散熱速率或曰大氣之冷卻能, 乾卡他所量者為放射與對流作用之冷卻能, 濕卡他所量者為放射, 對流, 蒸發三作用之冷卻能。

乾卡他之用法: 將卡他下端之球浸於熱水內使球內之酒精上升直至上球無泡時, (謹慎勿將表浸於熱水內過久以免爆裂), 隨即將表取出拭乾懸於架上, 用停表量出表內

酒精，從華氏百度降至九十五度之時間，第一次之效果不記，隨後再作三次，並求出其平均數。

濕卡他之用法：在表球面戴一絲囊照法浸入熱水內，取出將過多之水擠去而懸於架上，又用停表求出三次之平均數。

各卡他之表幹上各刻有不同之指數，而指數之前皆刻有 F 字母，求冷却能之法如下以平均時間之秒數除指數即得

$$\frac{\text{指 數}}{\text{平均時間之秒數}} = \text{每秒鐘每方呎之冷却能所表之千分熱力當位。}$$

輕便室內工作之冷却能在乾卡他表不宜低於六，在濕卡他不宜低於十八，勞動工作之冷却能必須更高，若低可安置電扇扇動空氣以增加冷却能。

甲狀腺與蝌蚪發育之關係 The Relation of the Thyroid Gland to the Development of the Tadpole.

用一立特容量之玻筒四個，盛以天然水，每玻筒內置同時孵出之蝌蚪五個，每筒內又置入少許綠色藻類 Green algae; 照下表加入甲狀腺或肝。

起 實 驗 日 期									
玻筒號數	蝌蚪原長度	餵養方法	餵養後之長度				備 考		
			三日	六日	九日	三日		五日	六日	七日
一		對較實驗; 藻類							
二		對較實驗半克新鮮肝; 藻類							
三		半克新鮮甲狀腺; 藻類							
四		20cc. 2% 乾甲狀腺膏; 藻類							

至水不潔時旋即換之，換後又須加入新鮮之餵養料如藻類甲狀腺及肝等，四玻筒之溫度與受光之多少，須完全一樣。

作實驗之先量各蝌蚪之長度，以後每三天又重量一次，量法即用漏匙將蝌蚪舀出而置於陪替氏皿內，又將此皿置於印有方格之方格白紙上，如此即可量出其長度，每次量後，須一一記錄其耗數。

第一日，第十四日，第二十一日之陪替氏皿皆可分別攝影以比較其發育。

腎上腺截除後之效果 The Effects of Adrenalectomy.

施行此實驗之手術後，動物尚可生存或可活數日，故須用無毒外科手術作此實驗，作此手術時不但動物之皮膚須完全潔淨，即施行手術者與助手之手亦必須用肥皂及毛刷在流水下洗足五分鐘，洗時須特別注意各指甲縫，手洗潔後，另一人須傾70%之酒精於手，並用無菌布將手擦乾，擦後用無菌滑粉撒布於手，於是戴上無菌橡皮手套，戴時須謹慎手皮不可接觸手套外面，所用器械須在沸水內將細菌完全殺滅，鋪一無菌布於器械臺上，須謹慎不可使未滅菌物接觸器械及手術區域，所用紗布及棉球皆須完全無菌。

用二等大之兔，將其腹部之毛剃去，用熱水和肥皂將剃毛之區完全洗潔，乾後擦以70%之酒精。

用甯麻醉一兔，因用甯時，兔之涎分泌甚多，故麻醉師須用紗布將其口內及喉部之涎拭去。

用一有裂口之無菌布將兔蓋着，布之裂口須順延腹部，用刀從裂口割穿皮及腹肌，此已用之刀須棄置一旁，不可於本實驗內再用之，布之裂口兩側邊緣須卷入割口用布夾之，如此使兔之腹部皮膚完全遮蓋以免傳染細菌，此時割開腹膜壁層，將內臟向左牽開，露出右腎上腺，用細止血鉗夾腎上腺，並提起之，盡力分離其連於後壁之組織，縛緊連於腎上腺之血管，用鉗剪截除腎上腺，謹慎勿傷下腔靜脈，同法再行剪去左腎上腺，左腺之近主動脈位置較下，比較易於截除。

用間斷縫合術以00號之羊腸縫線將腹膜壁層縫好，又用連續縫合術以0號羊腸縫線將肌肉縫好，又用0號羊腸縫線與表皮下縫合術將皮膚縫好，擦碘酊於傷口，乾後又用火棉膠敷裹料敷好。

同法截除第二兔一側之腎上腺。

此後將二兔分別置於實驗室之二兔籠內，不時記錄其肛門溫度，脈搏及呼吸速率，又須時常觀察其生活狀況，動物死後須詳細剖驗之，觀察其割傷染毒否？又視察其各內臟有無改變。

原
书
缺
页

原
书
缺
页

胰島素之作用 The Action of Insulin.

選用飢餓二十四小時後約重二兩之兔二隻，記錄其正常肛門溫度，脈搏及呼吸速率，並照下法*定出其血糖之正常濃度。

二兔血糖之正常濃度定出後，皆在皮下各注射胰島素一兔單位，（每兔單位等於三臨床單位，）注射後每隔二十分鐘，照下法又定出其血糖之濃度，直至兔顯驚厥時並記錄其肛門溫度脈搏及呼吸之速率，待兔將顯驚厥時，取兔一隻用胃管餵以溶解於50c.c. 水內之十克葡萄糖，餵糖二十分鐘後再取血定出糖之濃度一次。

* 測定微量血中糖質

原理 血糖與鹼性高鐵精化鉀氯化後，而成藍色之低鐵精化鹽，同時用標準糖液配製同樣之藍色液，以比色表比視之。

試藥 (一) 錳酸液。量10%錳酸鈉 Na_2WO_4 20c.c.，滴入1000c.c. 當量瓶內，加蒸餾水800c.c.，再量 $\frac{2}{3}$ N硫酸液20c.c.，亦滴入此瓶內，稀釋至刻度，搖勻。

(二) 高鐵精化鉀液。衡純良高鐵精化鉀 Potassium ferricyanide 1 gm，用蒸餾水溶解之，再稀釋成500c.c.，此液應貯於棕色瓶內，置之暗處。

(三) 精酸鈉及碳酸鈉混合液。衡無水碳酸鈉 Anhydrous Na_2CO_3 8 gm，放於500c.c. 當量瓶內，加蒸餾水50c.c.，搖動直至溶解，再用量杯加新配1%精酸鈉 (NaCN) 150c.c.，用蒸餾水稀釋至刻度，搖勻。

(四) 高鐵鐵液。放阿拉伯膠 Gum Arabic 30gm. 於1000c.c. 燒杯內，加蒸餾水600c.c.，靜置之，俟其溶解。衡硫酸高鐵 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ 5gm.，放於一小燒瓶內，加85% 磷酸75c.c.，再加蒸餾水100c.c.，煮之直至溶解，待冷，放此二液於1000c.c. 當量瓶內，用蒸餾水稀釋至刻度，輕輕搖勻。

(五) 葡糖標準液。量葡糖濃液 (1cc.=1mg.) 10c.c.，滴入1000c.c. 當量瓶內，用安息香酸 Benzoic Acid 飽和液稀釋至刻度，搖勻，貯之於數小玻塞瓶內，此液每c.c. 有葡糖0.01mg.。

試法 用核准 0.1c.c. 吸管，由耳緣靜脈取血 0.1c.c.，即刻滴入盛有 10c.c. 鉍酸液之 15c.c. 離心管內，用吸管攪勻，且往返洗此吸管數次，旋轉於離心器內五分鐘，取出上面清液。

放入刻有 25c.c. 劃線試管內.....	標準管	測量管
葡糖標準液.....	4	0c.c.
依上法所得清液.....	0	4c.c.
高鉄培化鉀液.....	1	1c.c.
精酸鈉及碳酸鈉混合液.....	1	1c.c.

放二試管於沸水釜中，煮八分鐘，取出，放於涼水杯內一或二分鐘，再加入。

高鉄鉄液.....	3	3c.c.
-----------	---	-------

輕搖之，候五分鐘，用蒸溜水稀釋至 25 c.c. 刻度，搖勻，以比色表比視之。

計算法： $\frac{20}{R} \times 100 =$ 每 100 c.c. 血所含之葡糖 mg.

上法係從林樹模氏定量化驗體液法書中選出，原為 Folin and Malmros' Method (J. Biol. Chem., 1919, 83, 115).

截除卵巢術之效果 The Effects of Ovariectomy.

用同時產出三至四星期後之二母兔，權其重量，(留一兔作對較實驗)•用無毒外科手術法行下之手術。

用醚麻醉一母兔，後在腹正中線畫一約四厘米長之刀口，尋出膀胱後之雙角子宮，沿每角尋出輸卵管及卵巢，用鉗將卵巢夾緊往外拉之，用一有線之直針穿過卵巢門部下之組織，向兩側縛緊其血管與組織，用剪將卵巢截除，照法截除對側之卵巢，用連續縫合術將腹壁縫好，用間斷縫合術將皮膚縫好，用碘酊擦傷口，最後用火棉膠敷裹料敷好。

每隔一星期權其體重，又觀察其生活狀況如何，特別注意其外生殖器官之發育，過約六星期後殺此兔及對較實驗之兔，詳細剖驗之，注意各內臟之大小和重量並比較之，又須特別注意子宮之大小和重量。

皮及肌之感覺 Cutaneous and Muscular Sensations.

一，觸覺小體之組織學試法 Histologic Examination of Tactile Corpuscles.

用顯微鏡之低度及高度鏡頭，觀查各不同之觸覺小體玻片。

二，定觸覺之位置 Touch Localization.

用一鉛筆之尖端，置於被試者之手背，按作此實驗時，被試者須將其眼閉着，而被試者以另一鉛筆之鈍端，置於受刺激處，用杖量被試者所指之處，距受刺激處差錯若干耗。在被試者之前臂，頰二處照上法再作此實驗。

又以鉛筆連續刺激被試者之皮膚二次，刺激時二刺激或同在一點，或在相距不遠之二點，於是令被試者說其所受二刺激或同在一點，或分散於二點。

三，尋出觸覺點之距離 Touch Discrimination.

按此實驗被試者亦須閉眼，將雙脚規(或觸覺計)之兩端置於手，臂，及顏面之皮，觀查雙脚之兩端須張開若干，乃能分辨此規二端之刺激為二，於是將各處所得之效果分別記錄并比較之，此處須特別注意口唇，頰，舌與臂之掌背二面之比較感覺能，在臂背面之愈近手指處，其感覺能愈靈敏，而其橫向之感覺能比順向者亦更靈敏。

四，亞里司多得之實驗 Aristotle's Experiment.

將右手之中食二指交叉而置於左手掌內，在已交叉之二指端間，置一小彈丸，并用該二指端推轉之，將所得之感覺說明。

將右手之中食二指交叉而摸擦鼻尖，將所得之感覺說明。

(注)通常食指之外側面，中指之內側面，有協作效，故生合一性之感覺，若食指之內側面與中指之外側面同時受刺激，則覺有二感覺，因有二不同之觸覺點受刺激也。

五，觸覺及壓覺之異常現象和錯覺 Peculiar Phenomena and Illusions of Touch and Pressure.

將一管之橫切面置於前臂之皮，則覺有橫向卵圓物之感覺發生。

將雙脚規張開使其二尖端相隔約二糲，橫置於前臂，於是向下直畫，經過前臂，手腕手掌與手指，則所得之感覺先為一線，後漸分為二線，并覺在手腕處二線相隔更遠，在掌內則覺漸近，到指端又覺漸遠。

作實驗者閉着眼，以手指先執一短條，沿一圓形物(如碗)之週畫之，後改執一長條，又沿此圓形物之週畫之，則覺執短條摸畫時此圓形物似乎更大。

被試者閉着眼，將雙脚規之二尖同時置於其皮上，被試者須注意雙脚二尖之距離如何，後將規之一尖於皮上迅速畫一距離，使與前者相等，被試者則覺前者二點之距離較遠。

取一長約三十糲之粗線，於近一端數寸處作一結，被試者(閉眼)用其拇食二指，將結執着，作實驗者將線從其指間拉出，拉時先慢後快，試被試者能推測此線從結至他端

之長度否。

置梳於被試者(閉眼)之手背，令其指出梳接觸皮膚之長度，其所指者比其真正長度較短，又將梳慢慢移動，其所移動之長度當與其接觸皮膚之長度同，其所感覺者比接觸皮膚之真正長度更長，因為運動能增加長度覺。

用針頭在被試者(閉眼)前臂之皮上往反畫去，被試者先覺有動，後始能定動之方向。

將指頭置於額，則感覺似乎在指，若將指頭在額部橫畫之，則感覺似乎在額。

六，觸覺之適合作用 Adaptation to Touch Sensations.

置一物如軟木塞者於前臂皮上，則所生之壓覺漸成爲不可辨別之感覺。

將食指插於盛有水銀之管內，指入水銀後不久，只覺在水銀面有壓覺，以後此種壓覺失去，但指在水銀內運動時又可再顯。

七，運動與觸覺之關係 Touch Sensations Modified by Movement.

將食指尖置於前臂掌面皮上，注意所得感覺之性質如何，又將此指自該處慢慢移動，則觸覺變成摩擦之感覺，其原因大概因毛根之神經叢受刺激也，用食指尖接觸任何平面，並使之在此平面移動，注意，此時除有接觸之簡單感覺外，並有運動覺及距離覺發生。

八，觸覺之射出 Projection of the Sense of Touch.

用手指執金屬條之一端，而將其遠端在粗糙之平面上移動，則所得之感覺似乎在條之遠端，即因感覺射出皮外故也。

將肱浸於冰冷之水內，則先得之冷覺只在皮膚與水接觸處有之，不久凡在尺神經分佈之區皆有冷覺。

九，熱點及冷點之機械刺激 Mechanical Stimulation of the Hot and Cold Spots.

作此實驗者閉着眼，另請一助手用鉛筆之鈍尖端在其手背各處點壓之，在所點之諸點中，有爲可覺冷覺之點者，有爲可覺熱覺之點者，在此諸點間爲無溫度覺之區。

助手再用鉛筆之尖端，在其手背移動，則冷覺點可以立即探出，惟熱覺點則不有如是之易也。

十，熱點及冷點之溫度刺激 Thermal Stimulation.

取長約十釐，寬約一釐之金屬條，用一樹膠管套其尖端，惟須使其尖端露出少許，將條浸入冰冷水內冷卻之，於是以條之尖端經過被試者之手背寬約二釐方之區內，以尋出冷覺點，用黑墨記其位置，又浸金屬條於 70°C 之水內數分鐘以熱之，照法尋出熱覺點，並用紅墨記之，學員須注意熱覺點比較不易尋出，而其受刺激後之隱匿期亦較長，將所得效果繪於實驗本內。

十一，溫度點之化學刺激與電刺激 Chemical and Electric Stimulation of Temperature Spots.

用不同吸收熱能之物質如絨子金屬物者置於皮上，則覺金屬物似乎較冷，因其能從皮膚多吸收熱，故此冷覺點遂受刺激。

用薄荷冰擦於手或額之皮，則所得之感覺為冷覺，因此種藥物能使皮膚之感覺過敏也。

在手背面尋出一冷覺點，用尖形電極置於其上，用無效電極置於手之他處，乃通過弱感應電流刺激之，以使冷覺點發生冷覺。

十二，溫覺之餘像 “After-images” of Temperature.

用一冷銅圓置於額部之皮或掌內半分鐘，銅圓取去後冷感覺尚在否？用一稍熱之銅圓照法再作此實驗。

十三，溫度之敏感度 Acuity of the Temperature Sense.

將食指浸入盛有 30°C 之水之燒杯內，乃將其溫度迅速加高十分之幾度，問溫度須增加若干乃覺有改變。

十四，溫度覺之對比 Temperature Contrast.

將右食指浸於 40°C 之水內，同時又將左食指浸於 20°C 之水內，稍俟其冷熱覺變弱後，乃將二食指同插於 30°C 之水內，學員須注意右指覺冷，因其有散熱作用，而左指覺熱，因其有收熱作用也。

將一食指浸入 32°C 之水內，又將另一食指浸於 45°C 之水內，半分鐘後，將二食指同插於 10°C 之水內，將所得之感覺說明之。

十五，溫度之錯覺 Thermal Illusions.

用一冷一熱之等大金屬圓片於被試者閉眼時輪流置於其皮上，則覺冷片似乎較熱片更重。

十六，痛覺點 Pain Spots.

以溫水潤濕手背皮膚使之變軟，乃用細針尖緊壓手背二方糰內之各點以尋出各痛覺點，惟壓時不可穿過上皮，用黑墨點於各痛覺點。學員應將所得效果，繪於實驗本內。

十七，痛覺點之隱匿期 The Latent Period for Pain.

用一金屬條或鉛筆擊打指之背面，立即感覺擊打後所得之痛覺呢？或先覺擊打時之壓力後乃覺痛呢？抑或聽着擊打時之聲音後乃覺痛呢？學員可從經驗所得者，寫出各種痛覺隱匿期。

十八，痛覺之時期與餘像 Duration and “After-image” of Pain.

在上實驗內，痛之感覺長於擊打之時間否？痛覺之強度均勻否？痛覺有強弱之輪流增減否？

十九，可卡因對於痛覺之關係 Influence of Cocaine on Pain.

以針尖壓舌，並注意須用若干壓力始覺痛，又用毛筆刷百分之四之可卡因溶液於該處，觀其有何改變。

二十，重量之辨別。Weber 氏之定律 Discrimination of Weight. Weber's Law.

在食指及中指之遠端掌而置一盛有十粒小彈丸之盒，令被試者閉眼而托其手腕於他處，於是令其注意須加減若干彈丸乃覺有重量之改變，學員須重複作此實驗數次，而得一平均數，以後盒內改盛三十及五十粒彈丸，再作此實驗而觀查其效果如何。

二一，重量覺與受刺激面積大小之關係 Relation of Weight to Area Stimulated.

在被試者閉眼時，置二等重而不等大之物於其手背，大概與皮膚接觸之面積愈大者，則覺愈輕。

令被試者提起三等重而不等大之圓柱體，並令其說出何者為最重，大概彼以最大者為最重。

二二，重量之錯覺 Illusions of Weight.

提起一物，先快後慢，則覺提起之速率愈大，其重量似乎愈輕，以一手提物，同時他手握拳，此時則覺所提之物比未握拳時更輕，因同時之努力所致也。

二三，同時之運動 Simultaneous Movements.

作實驗者閉眼立於黑板前，用二手同時於等高處從左到右繪二等大之樹葉外形，畫時手指手腕各關節皆不宜動，只令肘肩二關節運動而已，畫畢後張開其目而比較二者之位置及大小有何不同。

此後置一手於高他手十二釐處同上法畫之，從此二實驗可知大多數人之肌感覺不甚靈敏。

二四，肱之運動覺 Sensations of Motion at the Elbow.

被試者閉着眼，並使其前臂肌肉完全弛緩，乃置前臂於可運動之板上，助手緩緩提起板之遠端，如此則使前臂屈肌有被動性之運動，用度角器量該板提起與棹面成何角度乃覺有運動呢？再作此實驗十五次而求其平均角度。

稍將提板時之速度加快，照法再作十五次，所得之平均數與上者有何差別？

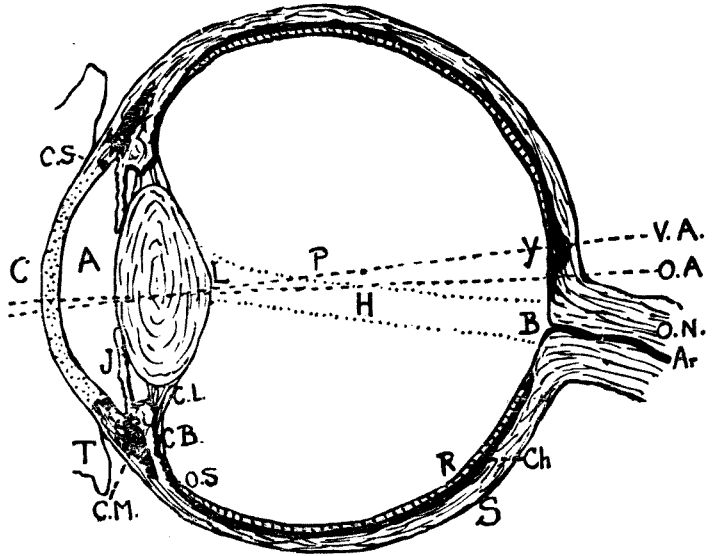
二五，似是而非之抵抗 Paradoxical Resistance.

將一砵碼繫於長約二米突之繩之一端，被試者閉眼先以手提之，後速向下放，而令砵碼落於一軟墊上砵碼恰落於軟墊時覺繩似一硬條而施阻力於手然。

視 覺 Vision

一、眼之解剖 Dissection of the Eye.

學員取牛眼認清眼瞼，結合膜，以及其他附麗於眼球之各種結組，將視神經解剖露出，並將眼之諸肌及脂組織除去，在角膜上作一橫刀口，剖開眼前房，同時注意水樣液之物理性，除去角膜，並察驗虹膜與鄰近各部，在眼球外面輕輕加壓將晶狀體從瞳孔壓出，並察其前後二面之突度。又置晶狀體於較小之字上，觀查字之大小有無改變，又將晶狀體置於水內，觀其易於在水內察覺否？試解釋其效果。又將眼後房完全剖開，注意眼底之各色，並尋出視神經乳頭及黃點之位置，玻璃狀體液之物理性如何？最後用顯微鏡觀察角膜，虹膜，晶狀體與視網膜各組織片。



人眼水平切面圖

C. 角膜 A. 眼前房 P. 眼後房 L. 晶狀體
 J. 虹膜 T. 結合膜 匱 CL. 睫狀韌帶 CB. 睫狀體 OS. 視網膜鋸齒緣 CS. 鞏膜靜脈竇 R. 視網膜 Ch. 脈絡膜 S. 鞏膜 O.N. 視神經 Ar. 視網膜之動脈 B. 盲點 Y. 黃點 OA. 眼軸 VA. 視軸 H. 玻璃狀體管

二、視網膜上之影像 Formation of the Image upon the Retina.

用新鮮牛眼置於玻璃皿上，在眼球上置恰於睫狀體之後作一小方孔，使瞳孔正對白光燈，燈之光線須經過投射鏡使之平行。改變眼與燈間之距離，使焦點聚於視網膜上，在投射鏡前面置一刻有箭形孔之隔膜，置時箭頭務須向上。試繪一圖證明影像在視網膜上為何為倒影。又微微將燈向各方移動，注意影像移動之方向。

三、瞳孔大小之改變 Changes in Size of the Pupil.

(甲) 光反射 Light Reflex

令一被試者輪流對視一窗及黑壁（如黑板等）觀其瞳孔之改變如何？又用手掌遮蔽兩眼數秒鐘后，將手撤去，立即觀察其瞳孔之收縮。

用手遮蔽一眼，觀察他眼瞳孔之大小，忽然將手撤去，則見他眼之瞳孔亦隨之縮小。

(乙) 調視反射 Accommodation Reflex

令被試者輪流注視近處及遠處物體，觀察其瞳孔大小之改變。

四，調視機能距限 The Range of Accommodation.

令被試者閉一眼，手持一針，向前伸直，使針在未閉之眼之水平線上。慢慢將針向眼移近，直至眼恰不能看清此針為止，將此眼，針，間之距離記錄，能視清晰針之最近點稱為「近點」測出被試者「近點」距眼之距離，正常人之遠點為無窮遠，而在近視眼之遠點則可量出，蓋因近視眼視遠點外所有物體皆不清晰故也。在近點與遠點間之距離，稱為調視機能距限。

五，Scheiner 氏之實驗 Scheiner's Experiment.

在一紙片上作相距四耗之二針孔，右離棹邊十八耗處之棹面插一小針，又在離棹邊六十耗處另插一小針，於是置此作有二針孔之紙片於棹邊，被試者用一眼從此二針孔看出而注視遠針，注意此時所見遠針為雙影，後乃遮去一針孔，注意雙影之何影失去。照前法用一眼從二針孔看出而注視近針，從所得之效果繪圖表明以下之光線之路：一

- (甲) 由注視物而來之光線。
- (乙) 由注視物較遠之物體而來之光線。
- (丙) 由注視物較近之物體而來之光線。

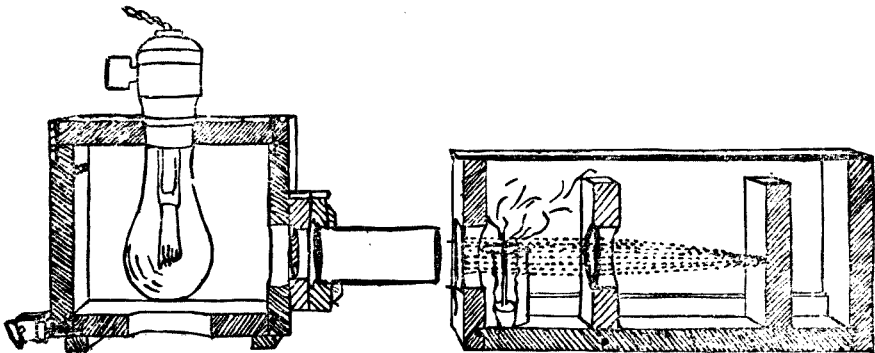
由所作之圖解明何紙片之一孔遮蔽時則對側之影即行失去。

六，視覺之心理作用 The Psychic Element in Vision.

在一紙片上作一針孔，令被試者閉一眼，啓一眼，左手持紙片使在啓眼之平行線上成四耗之距離，右手持針，頭向上，慢慢將針從下往上移入視野，針愈近瞳孔愈佳，注意此時針好似從上而入視野，繪圖表明光線之路線，並解釋此現象。

七，正視眼 The Emmetropic Eye.

用一光學箱 optical box (人工眼) 使與白光燈成十五呎之距離 (見圖) 置含有投射鏡之金屬錫管於白光燈前使光線成平行線，用一有L形孔之隔膜，將光線減少，取一片玻璃(角膜)以掩閉光學箱之圓孔在圓孔後之鏡台內置一十呎焦點距離之凸鏡 (十屈光單位



光 學 燈 及 箱

凸鏡)裝置黑木板(視網膜)挨近光學箱之中心，光學箱內焚香，並用一大片潔淨玻璃將箱掩閉，使箱內充滿烟霧，於是移動光學箱與黑木板(視網膜)直到黑木板上成有一最清晰之L形影為止。

八, 遠視眼與近視眼 The Hypermetropic Eye and the Myopic Eye.

(甲) 遠視眼 將正視眼之黑木板向前移 2.5 糎使成一過短之人工眼，此人工眼之光線焦點，在黑木板后，即所謂遠視眼是也，在光學箱圓孔前置一二屈光之凸鏡，則光線可在黑木板上相交，而改成正視眼。將視網膜(黑木板)向前後移動，使成各種不同之遠視眼，並尋出適當之鏡改成正視眼。

(乙) 近視眼 將正視眼之黑木板向後移 2.5 糎使成一過長之人工眼，此人工眼之光線在視網膜前成焦點，即所謂近視眼是也，此時光線在焦點後散射於視網膜上，若欲改正此弊，則須在角膜孔前置一二屈光度之凹鏡而分散入眼之光線使恰在視網膜上交叉。將視網膜向前後移動使成各種不同之近視眼，並用鏡改正成正視眼。

繪圖表明遠視眼及近視眼之屈光法，及其改正法，實驗完畢後須挨次將各鏡片置還原處。

九, 散光眼 Astigmatism.

安一白光燈與光學箱使成一正視眼，金屬管內插一有二耗寬之孔之隔膜，於光學箱之孔前置一盛有水之燒杯，注意此時所成之影，為一水平線；用一硬紙板蓋於燒杯上，乃以拇食二指持此杯橫置於角膜前，注意此時所成之影為一直立之線，繪圖表明光線被屈折而成平行線之路線。

照上法置一圓柱鏡於角膜前，將其最大屈度先置於直立方向，後乃移於橫行方向，在直立橫行各方向均須將黑木板輪流向前後移動，而注意其影之改變如何？試繪圖以解明之。

尋出合宜之鏡片置於角膜前以改正上列之各種散光眼，鏡片之最大屈度當置於何方。

十, 視網膜之機械刺激 Mechanical Stimulation of the Retina.

將所閉之一眼向鼻側轉視，於是用鉛筆端輕輕壓於上臉之外面，問在視野之何部覺有帶黃色之圓圈影，試解明之。

十一, 視野 The Field of Vision.

釘一60糎見方之大白紙於黑板上，在白紙之中心作一小十字符號，被試者坐下，置下頷於一鐵架上，安置白紙使其中心之十字符號恰對右眼，被試者須前後動使其不能看紙之各邊，被試者此時須用右眼注視十字符號，不可絲毫移動，試者手持一竹籤，其一端貼有約半糎見方之白紙片，慢慢將此小方紙片從大白紙之外邊向內移動直至被試者能看清紙方處則作一記號，同法將紙方從大白紙各方向內移動，覓出視野界限之各點，將各點連成一線，即成視野，同法覓出左眼之視野。

同法用紅藍綠各色之紙方貼於竹籤之端，以覓出左右二眼各色之視野，試者不可預

先告訴被試者紙方之顏色，須令其自己說出紙方之色，作時交換選用顏色，如先用紅色，次則用藍色，再次又用紅色，并用與紙方同色之鉛筆作點，再用此同色之鉛筆將所得之各點連成一線，實驗畢後將大白方紙取下貼於實驗本內。

紅藍綠各色視野與白色視野之大小有何不同？何色之視野最小？在視野內有無盲點。

十二，色盲 Color Blindness.

(甲) Ischihara 氏試法。

用 Ischihara 氏圖本試試全班學員有無色盲。

(乙) Holmgren 氏試法。

用此法可試出紅綠色盲，將色絨線束之布展開，選出一純淡綠色之絨線束置於布之一角，以作標準色，將其餘之各絨線束和勻而堆積於布之他處，令被試者選出較標準色深淺不同者之綠色絨線五，六束，作實驗時被試者不可發言，其餘學員亦不可批評或暗示選適當與否，班中每一學員亦須同法當衆試其有無色盲？

十三，盲點 Blind Spot.

在一白紙條上作一小十字符號，在十字之右約八厘米處作一圓直徑之黑點，被試者閉其左眼用右眼注視此十字符號，於是將紙條向前後移動，直至黑點完全不見為止，此時量出右眼與十字間之距離，作一經過黃點與盲點之順黃面眼球圖，表明先線從十字到黃，盲二點之路線。

十四，盲點之形狀 The Contour of the Blind Spot.

今被試者置其下頷於一架上，並於被試者前面直立白紙一張，又用大黑頭針釘於竹籤之一端，於是被試者以右眼注視白紙上之一黑點慢慢從外向內橫動附有黑頭針之竹籤，在不能見黑針頭處作一點，又在復見黑針頭處另作一點，在此二點中心處作一直立直線，同時又作數斜線，乃沿各線移動附有黑針頭之竹籤在各線上記出黑針頭之顯隱二點，最後連綴各點，則見盲點為一不規則之印圖形，此種不規則之形狀，乃由不受光刺激之數血管出入視神經盤而成也。

十五，黃點 The Yellow Spot.

用一扁瓶盛以較濃之硫酸銨鉀溶液，被試者閉眼休息一二分鐘後，視線經過盛溶液之扁瓶而向白紙或白雲注視，因黃點之色素質能吸收藍綠二種光線，而傳透其他各種光線，則被試者在黃點所見之色為一紫色斑。

十六，正餘像 Positive After Images.

被試者閉眼休息片時，立即向白光燈注視，隨即閉眼，注意所成之餘像。

十七，負餘像 Negative After Images.

被試者閉眼休息後，注視黑紙上之小白方半分鐘，於是用一白紙忽然將此黑紙蓋着，則有何餘像：

同法注視白紙上之黑小方，於是忽然以灰色紙一張蓋之，注意灰色紙距眼愈遠則餘像愈大。

同法注視黑紙上之鮮紅小方，又忽然用白紙蓋之，綠色之餘像有無增減之改變？

同法再注視黑紙上之綠小方，注意餘像之色與小方形之色成補色。

同法置彼此相鄰近之紅綠二小方於黑紙上，向二方形對視二十秒鐘，於是用白紙一張將小方黑紙一齊遮蓋，所得之餘像爲何？

十八，色之併合法 Fusion of Colors.

在色併合輪上旋轉白黑二色片至成灰色。

用紅綠色大片各一，露出二色之多寡使旋轉時成深黃色，在輪上再安置黑黃二色片各一，以配成上法所得之深黃色。

旋轉綠黃二色片則併合成藍色，再安置藍黑色片各一，以配成上法所得之藍色。

用紅綠紫三種色片，在色併合輪上依次序安置之，使紅色者露118度，綠色者146度，紫色者96度，旋轉之則成灰色，用黑白色小片各一以配成上法所得之灰色。

十九，補色 Complementary Colors.

選出一色片與一藍色片併合，露出二者之適宜度數，在色併合輪上使旋轉時併合成灰色，輪之旋轉速度每秒須在四十至五十次間。

同法尋出紅，黃，橙，綠各色之補色。

二十，對比色 Color Contrast.

置一小灰色紙片於一張黃紙上，再以一張透明薄紙蓋之，則見灰色片帶藍色，因藍色爲黃色之對比色也。

同法以紅色與綠色之紙作底試之。

將一小灰色紙方輪流置於白，黑紙底上，小灰紙方顏色之深淺有何改變？

二十一，單眼與雙眼之距離判斷能 Monocular and Binocular Judgments of Distance.

在黑板上作一徑直徑之圓圈，被試者離黑板約二尺遠站立，閉一眼速用鉛筆尖向小圓圈內指入，將所得之效果與在用雙眼俱啓時，均閉時，所得者比較之。

將左手食指在鼻前十八英寸處向下直指，先用雙眼視之，次則閉左眼乃將右食指在鼻前六英寸處向上直指，而遮着左食指之下半，於是用右食指速觸左食指，有何效果？

同法在雙眼時啓閉時分別作此實驗。

二十二，雙眼視覺 Binocular Vision.

在紙板上釘同樣紅綠色郵票各一張，使其距離與被試者二眼間之距離相等，乃用實體鏡視之，則見二郵票之像聚合而爲一矣。

用實體鏡視A, B, 二片(見圖)見有何不同之處？比較實體照片與尋常照片所得之差別，又用一眼看透實驗鏡時與以上者有何分別？

二十三, 視力之錯覺 Optical Illusions.

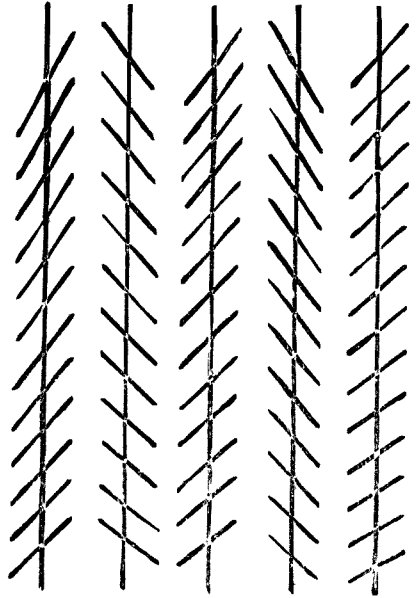
作以下三實驗時, 須解釋各錯覺之原因。

(甲) 先作數平行線, 後在其上作數斜線, 注意此時所見之平行線好似向斜線傾斜。

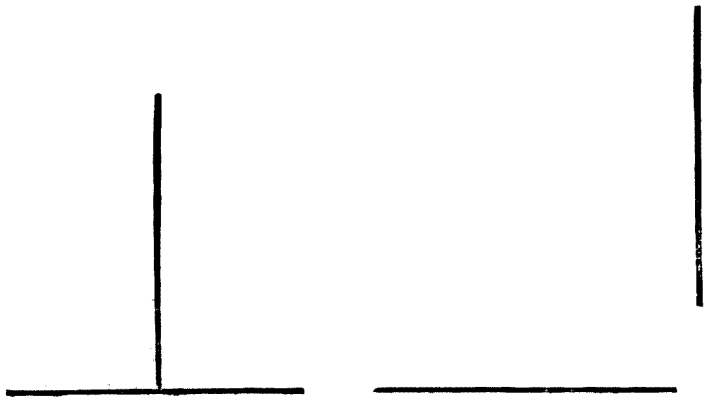
(乙) 在紙上作彼此等距離之三黑點A, B, C. 在A, B 二點間作數等大之點, 則見 AB 之距離好似較 BC 之距離更大。



(丙) 繪二等長之水平線, 在其一線之兩端向外各作一斜線, 並在他線之兩端向內各作一斜線, 則見原有二水平線好似一線較他線更長。



(丁) 將一直線垂直於等長之水平綫上, 則垂直之綫似乎較長。



檢眼鏡用法,及視網膜鏡檢法 Ophthalmoscopy and Retinoscopy.

滴百分之三之可卡因溶液一滴或二滴於被試者之左眼內。

一, 檢眼鏡間接檢查法 Indirect Ophthalmoscopy.

於被試者坐着時,置燈於其右耳後,作實驗者手執一檢眼鏡向被試者對坐,移動檢眼鏡上大凹鏡將光線反照入被試者之瞳孔,由鏡之小孔可見有紅光反應(視網膜之映光)

• 在被試者前面四,五吋處移動五屈光度之一凸鏡使視網膜之血管可以視清。

檢查以下眼底各部

(甲) 視神經盤

被試者向作實驗者之右耳觀看

(乙) 視網膜黃斑

被試者向鏡觀看

(丙) 眼底之週圍

被試者輪流向上下左右觀看

此實驗中所看者為倒像之眼底,且被放大五倍。

二, 檢眼鏡直接檢查法 Direct Ophthalmoscopy.

將檢眼鏡上之小凹鏡向光移轉,被試者向前觀看,鏡愈近被試者之眼愈佳,於是將光反照入被試者之瞳孔,由鏡之小孔觀查其眼底,作實驗者之眼若不起調視作用,可以觀看較明。

此實驗所看者為直立之眼底且被放大十五倍。

三, 視網膜鏡檢法 Retinoscopy.

被試者與作實驗者彼此對坐相隔一米突,用檢視網膜鏡上之大平鏡,使光反照入被試者之瞳孔,令被試者注視作實驗者之額。

作實驗者由檢視網膜鏡之小孔注視被試者之瞳孔,當注視時將鏡左右轉動,則可見光在視網上移動,又見視網膜上成一半月形之影隨光後移動,若光及影所成之方向與鏡移動之方向相同,則被試者之眼為正視眼,或遠視眼,相異則為多於一屈光度之近視眼,被試者戴一試鏡架,在架上試出一恰能使影之方向改變之試視鏡。若試出之試視鏡之屈光度為 X ,則被試者之水平軸改正鏡為 $X-1$ 屈光度。按被試者與作實驗者相距一米突,則由 X 減去一屈光度。若相距半米突,則減去二屈光度。

又將鏡向上下轉動再作此實驗以尋出垂直軸之改正鏡,若水平軸與垂直軸之改正鏡不同,則被試者之眼為散光眼。

人體之反射作用 Reflex Action in Man.

學員須先明瞭人體某部受刺激後所起之正常反射如何，若有正常反射顯出即知其反射路完好，若反射不正常或有改變，則知其反射路之神經單位有變性，於觀查某種反射不見時，間或用以定病之位置。

一、咽反射 The Pharyngeal Reflex.

被試者張口，用一無毒之玻棒觸其懸雍垂，則見其向上提起，用玻棒觸被試者之咽後壁，注意其咽肌與舌肌皆起劇烈收縮，若此刺激過久，則反射傳布使腸肌及腹肌收縮而致嘔吐。

二、噴嚏反射 The Sneezing Reflex.

用棉纖維刺激鼻腔粘膜，則有噴嚏反射，再用指壓於上脣近鼻中隔處以抑制此種反射。

三、角膜反射 The Corneal Reflex.

用棉纖維刺激角膜，則被試者立刻閉眼並分泌淚。

四、眼之光反射 The Light Reflex of the Eye.

用手遮蔽被試者之二眼，忽然露出一眼，使光入瞳孔，注意此時瞳孔縮小。

光落於一眼時，其他未受光刺激之眼之瞳孔亦縮小，此種反應稱為交感反應，學員須將此現象實驗出來。

五、眼之調節反射 The Accommodation Reflex of the Eye.

在被試者之鼻前不遠處立一指，令被試者注視遠處一物，後又忽注視其鼻前之指，學員須注意此時雙眼集合而二瞳孔同時縮小。

六、睫狀體脊髓性反射 The Cilio-Spinal Reflex.

以手緊捏頸後部之皮膚，此時可注意瞳孔之擴張。

七、涎腺分泌反射 The Salivary Reflex.

用甚淡之醋酸溶液潤濕口腔粘膜，或於口內咀嚼樹膠或石蠟少許，學員須注意有涎腺之分泌反射。

八、膝反射 The Knee Jerk.

將二腿在膝關節處彼此交叉，上者之肌肉須完全鬆弛，作實驗者用手掌之外側擊打其髓韌帶，學員須注意四頭肌之收縮，並腳小腿跟之向上，又須注意擊打髓韌帶時所用最小之有效力如何，其法即作實驗者以一手置於被試者之上腿，則可覺其最小收縮，又作此實驗時被試者不宜注意何事，以免大腦而來之抑制作用。

被試者將其兩手指彼此相鉤，用力向左右拉之，正拉時又照法擊被試者之髓韌帶，學員須注意此時之最小有效刺激比前者較小。試解釋此時反射為何增加？

九，踝關節反射 The Ankle Jerk.

被試者跪於椅上，跪時腳須與小腿成直角，作實驗者用手側擊打其跟韌帶，注意腓腸肌之收縮。

十，蹠反射 The Plantar Reflex.

刮被試者之腳底，注意其腳趾之運動，通常顯正常反射時，腳之五趾皆屈，但有一種病時，則蹠趾伸而其餘四趾屈，此現象名曰“巴彬斯奇氏徵” Babinski's Sign.

十一，腹反射 Abdominal Reflex.

用指甲或小籤如火柴者在胸肋緣下處速刮一次，注意此時腹肌之收縮。

此外尚有數種用以診斷病之反射如提睪反射，下頷反射，二頭肌反射，三頭肌反射，踝關節陣攣等等。

人之反射時及人之反應時 Reflex Time and Reaction Time in Man.

一、人之反射時 Reflex Time in Man.

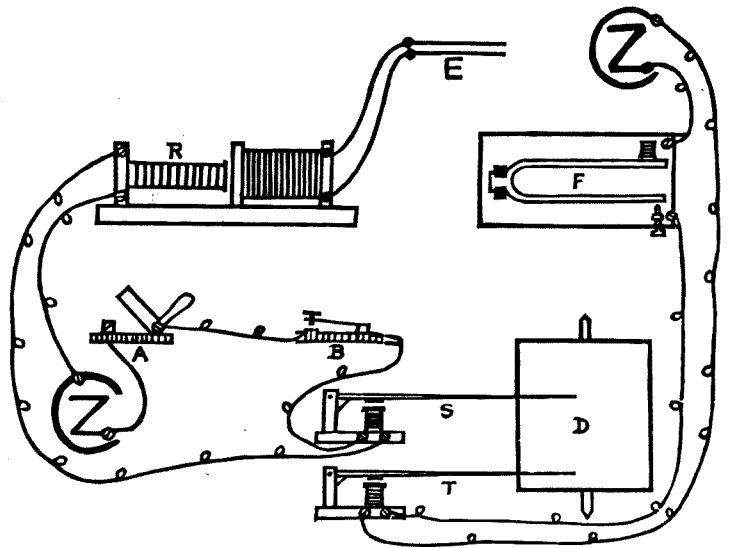
感應機之原流輪道內置一起止電鑰及一記時針，將電池銅絲連於感應機之中左二柱，使生單純感應刺激，將鉑電極連於次流匝卷，用一窄條絆創膏與絲線貼於被試者之上眼臉上，被試者置其下頷於一架上，使其頭穩定不動，將絲線通過一滑車而連於輕畫針，畫針尖與記時針在烟鼓上須成垂直，被試者用手將鉑電極置於其下眼臉上，作實驗者當烟鼓上之音叉正顫動時用手速轉烟鼓，同時用最高度起電之電擊刺激被試者之下眼臉，反復作此實驗數次以求出平均反射時。

此實驗之腦興奮所經過之路程有若干距離？又此腦興奮之傳導速率如何？又與反射時有關之要因為何？

二、人之反應時 Reaction Time in Man.

感應機原流輪道上加二起止電鑰，以 A, B 名之，並用一記時針以記錄原流輪道啓與閉之時間，緊挨記錄針之下安一每秒鐘顫動五十次之音叉或一音叉感動之記時針（見圖）

，作實驗者司 A 電鑰，被試者司 B 電鑰，將連於次流匝卷之鉑電極放於被試者之舌上，先啓 A 電鑰閉 B 電鑰，當音叉正顫動時使烟鼓迅速轉動，於是作實驗者閉 A 電鑰，使原流輪道完全流通，並使記時針動，至被試者一覺有刺激時，當立即啓 B 電鑰，如此則原流輪道之電流不通，記時針亦仍回其原處，求記時針兩動點內之時間可於音叉畫線相對之段計算之，後從兩動點之時間，減去自受刺激處傳興奮入腦中樞，並由腦中樞傳興奮至動手肌之時間，餘即反應之時間，反復作此實驗數次，以求出平均反應時。



定反應時間儀器之安置法

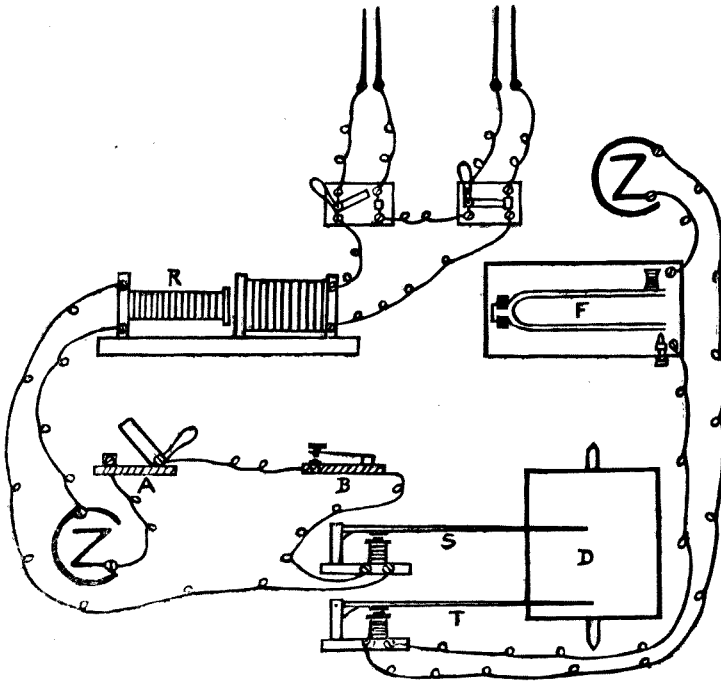
- A. 作實驗者之電鑰 B. 被試者之電鑰
S. 記時針 E. 鉑電極 F. 音叉 T. 連於音叉之記時針 D. 煙鼓

三、有選擇作用時之反應時 Reaction Time with Choice.

此實驗感應機之原流輪道安置法與實驗二者同，但在次流輪道內須安置二短路電鑰

，及二鉑電極(見圖)置一鉑電極於被試者已溫潤之小指，又置一於其已溫潤之食指，被試者閉眼後，作實驗者隨意刺激其食指或小指，試被試者食指受刺激時可不介意，惟在一覺小指有刺激時，當立即啓第二電鑰，此後作法與實驗二者同，反復作此實驗數次以求平均“有選擇作用時之反應時”。

此實驗所得之效果為何與實驗二之反應時不同？



定有選擇作用時之反應時之儀器安置法

此儀器之安置法與實驗二相同但

在次流輪道內另安置二短路電鑰

哺乳類之反射作用 Reflex Action in Mammals.

在實驗室中常用無大腦之蛙以研究簡單反射，但高等動物之反射複雜非用高等動物不為功，大約無大腦之蛙，只可研究其四肢之屈性反射，此種簡單反射與高等動物之保持身體姿勢之複雜反射大不相同，神經系統之作用單位為反射路，而動物之複雜共濟運動能是依賴各不同反射路之協作，若欲研究節制此協作作用之原理，必須使完好動物之複雜情形改成簡單情形，其法即將高等腦中樞與下等脊中樞隔斷。

此實驗之預備法最好在試驗前數星期將狗之脊髓割斷，如此則脊髓休克失去而下列各種反射易於顯出。

預備本實驗之手術（教員須於實驗前二三星期作之）

用嗎啡和醚麻醉一狗，將其仆於手術台上，在其背面之胸部中段之皮膚離正中線一糲處割一刀口與之平行，牽開皮膚，割開行將露出之脊椎棘突及其後之棘突兩側筋膜，後將肌肉從脊椎剝去，又使其脊骨間隙展寬，將椎板截除術鉗插入脊骨間隙，剪去椎骨板，又剪去脊椎橫突之一部，若有靜脈性之血滲漏可用熱濕布以制之。割開硬腦脊膜，用鉤將脊髓提起，以剪或刀斷之，慎勿傷脊動脈，隨即用連續縫合術將筋膜縫好，又用表皮下縫合術將皮膚縫好，並用鋇碘芳石蠟糊劑為敷裹料。

狗側臥時觀查以下各反射，（若欲得烟紙記錄可將狗立於一架上而使其後肢鬆鬆懸着，用線繫其後腳經過一滑車而連於畫於烟鼓之畫針。）

一，屈性反射 The Flexion Reflex.

用針或較強之電擊刺激狗之腳底，則狗之膝體二關節有屈性運動，而對側之腿有伸性運動，此種現象名曰交叉伸性反射，若同時得着兩腿之烟紙記錄即可表明此二種反射之時間關係。

二，膝反射 The Knee Jerk.

用刀柄擊打髓韌帶，注意擊打後腿即鬆鬆復其原屈位。

三，搔反射 The Scratch Reflex.

用一指或鉛筆在狗背面表皮搔之，由皮面可得甚寬之反射區，在此實驗其腳大概向受刺激處指但不常如是，用電刺激皮膚亦可得此反射，但電刺激不如機械刺激之合宜。

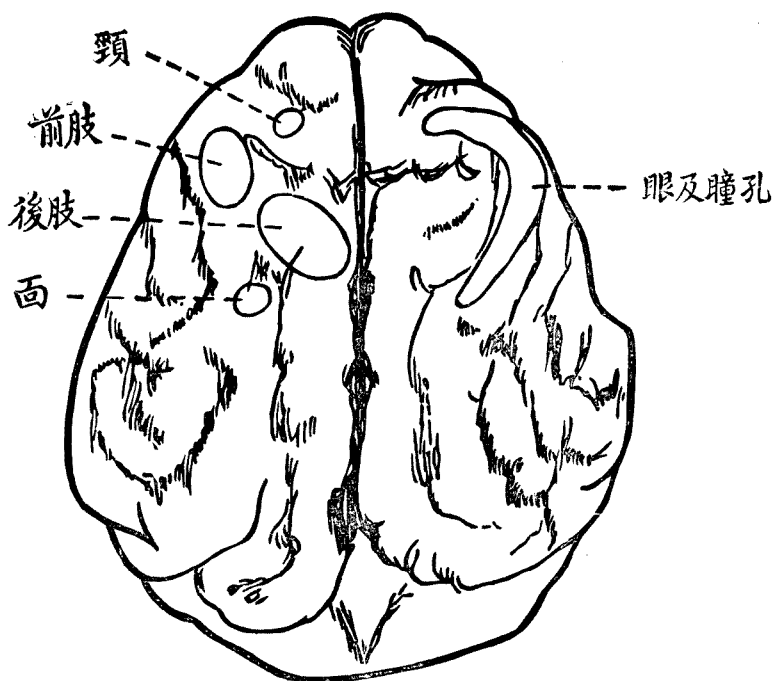
四，伸性反射 The Extensor Thrust.

用鉛筆之鈍端插入狗之脚趾間，則受刺激之腳有忽然之伸性運動，若用更大之刺激則有交叉伸性反射。

大腦區域定位法, 斷腦強直, 哺乳類脊神經根之作用 Cerebral Localization, Decerebrate Rigidity, Functions of the Spinal Nerve Roots in the Mammal.

用醚麻醉一狗後插一插管於總氣管內，兩側之頸動脈用線鬆繞之，狗仆手術台後將其頭墊高少許，謹慎勿使插管之樹膠管糾纏，置二線於頂，一連其二外眥，一連其兩側之下頷髁狀突，在二線間之正中點微後，即十字形腦溝與人之中央溝相當，在頭皮正中線割一順刀口，用鈍解剖刀將淺肌從顱骨分離至適足可順作二環鋸孔為止，二孔內緣至少須與正中線相距三厘米以免傷壞上矢狀竇，用環鋸作孔時，先將環鋸鋼尖車出少許，隨即鑽入腦骨以免初起轉動時滑去，環鋸周圍鋸齒須平置腦骨，至各齒鋸入後，旋即將鋼尖向上車入鋸筒，以免鋼尖先穿腦骨傷腦，至環鋸鋸穿腦骨內板時，將鋸取出，用骨膜撬子將所鋸之圓骨片撬出，此時若流血過多，可用浸於甚熱等滲溶液而扭乾後之砂布以制之，二環鋸孔作妥後，用骨鉗剪去二孔間之骨，而使之相連，此處須謹慎勿傷壞腦髓，又須以熱砂布節制所流之血。用彎針提起硬腦膜而以尖利之剪刀剪開之，並用體溫之熱砂布掩蓋露出之腦髓。

感應機次流匝卷之一極連以置於狗胸下部潤濕皮面之木板形無效電極，他極連於一鈍尖形電極。



狗之大腦上面；左側表明數運動中樞之位置，眼之運動，瞳孔之擴張，由刺激右側所指之部位，亦可得之。(After Stewart)

學員須繪一圖填明所露出之各腦面及腦溝，將對側之前後腳放鬆，用自由起止感應電之短期刺激尋出一能使脚運動之合宜電力，若欲得好效果，所用之麻醉藥不宜過多，恰使狗免痛之劑量即已足矣，用所得之合宜電力刺激所露出之腦外表各處，每處所得之效果宜在圖上記錄之(見圖)，又宜記錄所得效果之性質如有無互分布作用等，觀查兩側瞳孔及眼球之運動，頭及耳之運動，呼吸之改變，及尾之運動，最終觀查強電流長期刺激之效果。

將狗之大腦截除，其法用一大動脈瘤針由環鋸孔向後方插入臚腔至覺插到小覺幕時，轉入下內方，在幕前斷其腦幹，因此時呼吸或立即停止或不均勻，故須行人工呼吸以代之，動物之痛覺現已失去即可停止用縫，學員可不時觀查並注意其四肢之動，斷腦強直初起時及反射復原時(如膝反射)。

露出腰部脊神經根並研究其作用，注意切斷神經根與斷腦強直之關係如何，其法將動物伏於手術台上，在腹下部之下墊一木塊，又在腰部脊椎棘突之皮膚割一順刀口，用鈍解剖法將脊椎棘突兩側板肉之肌向兩側分離，以露出椎骨板，將第二三腰脊椎棘突間及末腰脊椎棘突與第一骶脊椎棘突間之組織割斷，用骨鉗將距此刀口間之脊椎棘突完全截除，用浸於熱水扭乾之砂布以節制流血，又用骨鉗截除已露出之椎骨板，將椎管展開謹慎勿將鉗尖插入太深以免傷其內面組織，此時包於硬脊膜內之脊髓已露出，但尚須用鑿嘴骨鉗將脊椎間之關節突漸漸截除，始能得神經根完全露出。

關節突截除後脊神經後根即可露出，流血停止時(有時流血甚多)可着手預備刺激脊神經根，用一小動脈瘤針仔細將第六腰神經後根提起，在近神經節處用線縛之，在線結外約二纏處剪斷神經，放鬆同側之後肢，用頭電極及自由起止感應電刺激已割斷之神經根中央端，注意腿運動之方式，並注意其呼吸有無改變。

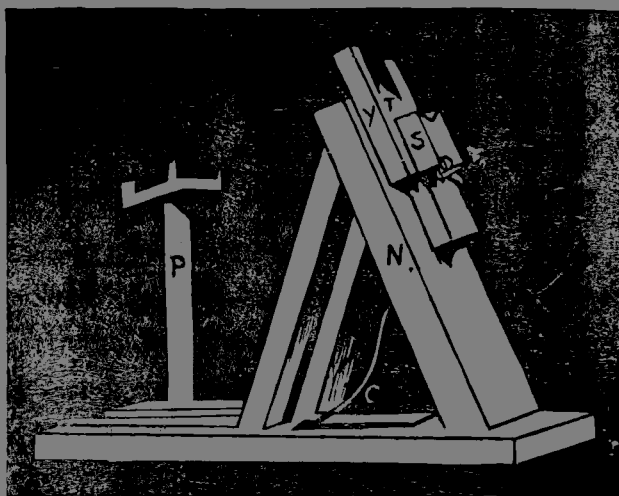
近脊髓處縛緊第七腰神經後根並割斷之，照法刺激其周圍端。

同上法研究脊神經前根之作用，因前根不易露出以受刺激，可用窄帶繞脊髓斜提之即可顯出，注意前後根受刺激時其運動方式各有何不同。

學員在課本內繪一圖表示脊神經根之作用。

截除大腦之貓 The Decerebrate Cat.

插一插管於已用飽深麻醉之貓之總氣管內，用線綁緊其兩側之頸動脈，置貓於截除大腦機(見圖)，使其盆部置於後臺 P 上，鬆鬆懸其後腿，置貓頸於頸板 N 上，謹慎勿使總氣管之插管糾纏，用刀穿鼻中隔作一小眼用繩穿過護舌板 T 下之眼，繫一鉤於此繩之一端，又將鉤鈎於鼻中隔那，張開貓口使鞏護舌板，板須在舌上面，將繩拉緊而拴於底板之鉤上，將鼻板 S 向上移動至抵貓鼻時，轉緊螺絲以穩固該板。



Sherrington 氏之截除大腦機

在貓頭頂皮正中線割一順刀口，將皮向兩側翻開，在冠狀縫後三十耗處之腦骨上用刀作一記號，施手術者左手執截除大腦之刀，刀鋒置於所作之頂頂記號上，右手用椎擊刀而截落其腦之上部，立刻將此無大腦之貓從機取下仰置於手術臺上，施手術者用手指在環椎橫突之下緊壓兩側之椎動脈，同時提高貓

頭以免流血過多，又須停止用髓，多數動物此時呼吸暫停，可用人工呼吸法以代之，但多數動物呼吸不久又自然復原，不然，可將椎動脈稍稍放鬆以使呼吸中樞多得營養，造血凝結時，將壓椎動脈之指漸漸放鬆，大概歷十五至二十分鐘足矣，最後將貓頭拴於手術臺直立之鋼條上，如此可使其頭時常豎立。

已截除大腦之貓研究下列各反射，若手術合宜則切面從前四疊體後經過中腦因此可用此貓以得其頂部之反射。

一、耳翼反射 The Pinna Reflex.

用拇食二指捏或扭轉貓之耳尖，則得耳翼速縮及耳尖後翻之運動。

二、聲音反射 The Acoustic Reflex.

拍手作一尖銳聲音，則貓耳立起，按頸切而須在前四疊體前始可得此反射。

三、嚥反射 The Deglutition Reflex.

滴水於舌根，則有下嚥之運動，下嚥時注意呼吸運動有無改變，又滴水於舌面各部，觀查其效果如何，用濕潤之駱駝筆毛壓於咽處，觀查其效果，作此實驗時須將軟腭從正中線剪開，又用喉反光鏡觀查聲帶之運動。

四、擺頭反射 The Head-Shake Reflex.

吹氣入外耳道，則有頭之迅速擺動，若用注射器射冷水入耳，亦可得此反射。

五，屈性反射 The Flexion Reflex.

在貓脚底施一痛刺激，則膝髌二關節有屈性反射。

六，膝反射 The Knee Jerk.

用刀柄擊打貓之髌韌帶時，可觀查其迅速之伸性運動，但其腿不完全復原須注意之，若屢次刺激韌帶，則其腿長久伸直，此種現象，乃剩餘收縮所致也，剩餘收縮者，乃截除大腦動物保持體姿勢之肌肉之強直，但腦髓完全毀壞後則不然，此時在膝反射後其腿可以鬆弛復原。

此貓大概不能顯搔反射。

七，斷腦強直 Decerebrate Rigidity.

截除大腦後最顯著之反射為多顯於伸肌之斷腦強直，此種強直與屢次刺激運動神經而來之強直收縮不同，因肌肉漸次被拉時則放鬆弛，放時又不忽然還原，學員可屈貓之膝肘二關節以試出此現象，此種現象，稱為「反射性之保持體姿勢緊張作用」。

八，互分布抑制作用 Reciprocal Inhibition.

將貓之後脚拉伸，拴於手術臺上，將左腿外展，在股先向下外後轉向下左作一五厘米長之鈍尖形刀口，將皮片及其下之脂組織向內翻轉，以露出股動脈及股靜脈，在動脈外八毫米處可見腰肌及從腰肌出來之股神經，此神經有三枝，外枝甚小分布於縫匠肌，斷之，中枝大分布於股四頭肌，勿壞之，內枝小即隱神經，斷之，最後用小剪仔細將腰肌慢慢分作多次剪斷，以免傷壞分布此處之血管，行此手術後，髌關節屈肌不能運動，照法在右腿再作此手術。

至此須露兩側之坐骨神經，在其周圍處斷之，又剪斷其分布於大腿後肌之枝，置其中央端於 Sherrington 氏電極上，此種手術之目的在使膝關節失去自動之屈性運動，施行此手術之法如下：

在坐骨結節與大粗隆間，沿股後而正中線作一順刀口直至股骨外髁，在刀口之上下兩端，各作一短橫刀口，向前翻轉皮膚，在已露出傷口之上端可見臀大肌下緣，此肌下緣有一小靜脈，剪斷該肌下段往上翻之，分離已露出之各肌，則見坐骨神經並其向後進行之一大枝，此枝即分布大腿後肌之神經，斷之，沿坐骨神經往下，直至腓總神經與脛神經分枝處，用線縛緊之，在線結外剪斷神經而量中央端於 Sherrington 氏電極上，茲行此手術後，除伸肌外其餘股部諸肌之反射收縮能完全失去。

膝關節運動之烟紙記錄預備法，在左腿髌關節稍上將脚截去，用粗線與大縫針將殘肢之肌肉與皮膚縫好，縛緊以免割斷之組織皮膚向上收縮，用線連殘肢皮膚於肌畫針，用一有螺絲之錐，後股骨內側鑽穿內外髁，穿後取去錐桿，但任留錐針於骨內，另用一有螺絲之空銅條上於錐針上，以便夾定於手術臺，將貓向右侧側臥，提高銅條，使左腿與體幹成直角，旋即將銅條緊夾於手術臺上，若左下腿未直伸，可拉直之使與股上腿平行。

預備妥後，將左右二 Sherrington 氏電極連於二感應機，用中等自由起止感應電流短期刺激左坐骨神經，則其下腿下落而成屈性位置，此乃因保持體姿勢緊張力受有反射性之抑制也。

同法刺激右坐骨神經，則左伸肌有反射性收縮，此即交叉伸性反射也。

最後須在動物體表示其對側坐骨神經受刺激時其反射性收縮之被抑制，其法即刺激右坐骨神經，在烟紙記錄見左伸肌一有大收縮時，即用短期電流刺激左坐骨神經，若電力合宜則可見伸肌弛緩，反復作此數次，得一合宜電力及合宜刺激之間期，但左腿停止刺激而右腿繼續受刺激時，則弛緩之伸肌回復其收縮狀態。

學員繪圖表示脊髓內之反射路。

截除大腦之鴿 The Decerebrate Pigeon.

用鹽麻醉一鴿，在其頂頂皮上作一橫刀口，用利剪剪去腦骨一片，使適足露出大腦，用連於吸筒之玻管吸出大腦，因鴿無小腦幕，故須謹慎勿傷小腦，此玻管下口，須寬約二釐，管與吸筒間須安置一濾瓶以免將腦組織吸入吸筒，夫利用此法截除大腦之便利即在常將血吸去時可以視清手術區域，用脫脂棉塞滿腦腔，將皮膚縫好，過二三小時，這鴿完全從醜甦醒後，即觀查以下各現象，按截除大腦之鴿無記憶，無畏懼，痛覺亦失去，在無刺激時，即入睡。

用以下各法刺激此鴿：

- 一 推動鴿身，使其運動。
- 二 近鴿之一耳，作一大聲音。
- 三 置一瓶經於鴿鼻下，使鴿聞之。
- 四 使鴿立於金屬片上，漸熱金屬片直至燙手時。
- 五 若鴿未過於軟弱，可放鴿於空中，使其飛翔，注意其飛時，撞擊他物否，又其盲然落下否。
- 六 撒穀於鴿之前面，視其食穀否？否則置一粒穀於其喉後部，視其能否吞下。

