

北京大學論文集

北 京 大 學 論 文 集

動物之體位反應

醫學院講師 吳 祥 驊

民 國 五 十 二 年 七 月 二 日 印

三十一年國立北京大學論文集總目

墨辯之研究	(文)	熊紹堃
段玉裁古十七部諧聲表補正	(文)	許世英
胱石酸用亞硫酸鈉還原之研究	(理)	陳同度
糖精 (Saccharine) 之合成方法之定量研究	(理)	余蘭園 王宇方
硝酸鈷及銻酸用於高爾基體之染色	(理)	武季許
青魚腦及消化器之觀察	(理)	張春霖 荆玉成
統制經濟之會社形態	(法)	三藤正
讀馬爾瑟斯人口論感言	(法)	陳兆焜
中國明代室內裝飾和家具	(工)	楊耀
棗品種之研究	(農)	曲澤洲 哈貴增
粟育種試驗之回顧	(農)	沈壽銓
動物之體位，平衡反應	(醫)	吳祥驊

動物之體位，平衡反應

北京大學醫學院耳鼻咽喉科教室 （主任教授山崎春雄）

講師 吳祥驊

動物日常之生活，要言之，可謂爲靜止與運動之連鎖也。於智的生活比人類爲下等之動物，似乎運動卽是其動物之全生活。靜止時，其狀態能得平衡位置，因欲移行於次之靜止狀態之能動的過程，是乃運動也。茲論其靜止，平衡及運動，先要決定動物在常態時佔最多之體位。浮游于水中空中之小動物，例如放散虫，體制對各方面作放射狀，且具備同一規制者，因周圍與體表面之交涉得全面的施行，故毋須取一定之體位。動物進化，體制亦隨之複雜，生口端，尾端，背腹或左右之別，更必然的對自己之周圍，特別生出有取一定體位之必要，在如斯取一定體位之動物中，其以他動物的體位爲主者，欲保持此體位，須依其身體之構造，單使重心位置降下，以對運動抵抗的特定體形而保持，其動物體並無營任何自己之特別的能動勞作，而能取得一定之體位者，亦有如斯單依物理的條件而生一定之平衡體位，稱曰他動的體位。然於多數動物，尤其是營自主的運動者，其常態時之體位，從物理的看來，不得謂爲完全安定，或有完全不安定者。例如托載長大的全身體重於細長之腳上的鳥類，或如在直立位之人類等，茲試將骨骼，於各關節雖如何緊縛・固定，欲使之直立，決不可能也。如斯在物理學上完全不安定之體軀，爲保持平衡體位，則有意識的或反射的使跨于關節間一定之筋羣，其緊張之配分，適當分配或筋之勞作相互協力之必要。由斯機構而得之體位，曰自主的體位。如於人類雖有常態時之一定體位，然於起居行往較其他動物體位之變化爲多，則維持此平衡之筋肉，及對神經系統之平衡載重性亦大，爲使此筋緊張，神經系興奮之載重持續減輕及休養，有一時的使筋緊張弛緩，廣大支持面，而取他動的體位之必要。因是人類之睡眠，於此意義上誠一重要之事也。於取自主的體位者，與其物理的條件相反，爲將不安定之體位保持於平衡狀態；尤其以某一原因打破此平衡狀態時，而

能立即恢復舊平衡狀態；或於運動時，爲對應複雜的體位變化等起見，生起筋運動，或有調制筋肉羣緊張之複雜機能者也，此稱曰平衡反應。爰將此關係極簡單與例示之：即棲息于水中之蟹，其常態時之體位，是背面在上方，腹面向下方，遊行於砂上或游泳於水中，然死蟹則常以腹面向上方。即蟹之於物理的安定之他動的體位，乃係背向下方者，而其常態時所取之體位，則爲自主的體位也。茲試將蟹之視器，或稱爲平均胞之特定器官破壞時，則當游泳之際，體位之保持，非僅不安定，且動作甚緩慢拙劣；縱使其體位變化，則復舊之動作遲鈍，靜止於器底而冀避免運動。茲將二者同時破壞，則取一定體位之能力消失，一若關於空間之指南力完全失去，顧念體位之心力絲毫不存，雖腹面向上，亦無回復正當位之能力，即以如斯姿勢游泳也。然一度沈下，體之一部分觸及器底時，立即反轉，回復常態。蓋蟹將保持於一定體位，體位有變化時，爲生起平衡反應，回復原先之平衡體位者，皆賴於視器。平均胞及接觸感覺之完整，若缺少其中之一，平衡運動即成不全可知矣。於依視器辨別光線之投射方向，即背面與腹面，平均胞者係重力感覺器官，而得指南重力之大小及方向，裨益於垂直方位之辨別，相當於脊椎動物前庭器之耳石膜器官者也。即蟹加於視器。重力感覺器官。感覺器之外來的刺激，由神經傳達至中樞神經系統中之各感覺神經中樞，經過種種道程而遠心的傳達及于筋肉，成筋運動或筋緊張之增減而顯示之，則各種平衡反應之出現，當可想像及之者矣。

於人類或與人最相近之高等動物，如於吾人之日常生活所見，雖有一定之體位，然此體位得以意志自由變化，欲如於一般所見決定特稱謂一定體位者，不可不謂爲困難之事也，尤其非唯日常之行住坐臥，至于種種生活法，運動法，隨日月而異其興行，以致益加複雜。對於如斯各種場合之平衡維持，有以反射的行之者，有以意識的行之者，於起初雖意識的行之者，亦因修練漸漸變成無意識的行之者，故動物全體以及人類所生起之平衡反應，無意識平衡維持與反射的所行之機轉的區別，愈益困難矣。反之，於一般動物無以意識的變換自

動物之體位，平衡反應

已之體位，或至少對於其周圍，常取一定之體位。於此等場合，此平衡維持與意志無關，的確是由于反射的而生起者，可謂最得當也。是以關於平衡反應之研究，先觀察動物之狀態最爲容易。就此等動物視之，對平衡反應生起，其基礎乃係兩樣反應過程，各自單獨或無限界移行，而顯示之靜定的及動的反射是也。

靜定反射。靜定反射者，乃動物取一定之體位時，或構成身體之各部分，相互之間變更位置時，即以其爲原因而生起之反射機轉；依其反射之效果，筋肉之緊張分配，得適當調節，雖於物理的不安定姿勢，亦可保持平衡而得取一定之體位；或身體各部分之變化，得固定於其位置，體位或直立反射，或異狀之體位，即平衡被攪亂時，得立刻回復原先平衡體位者也。

體位反射。爲以體位反射保持一定體位，則何處筋肉如何增加其緊張，解剖上誠一至難之事業也。即使此反射機轉發生之起因，不僅極爲複雜，由同一起因之反射效果，亦以其時身體各部相互之位置關係愈複雜，則愈顯現于身體之種種部分，或以同一原因，雖應當出現於同一系統筋羣之效果，亦以應受其效果之部位當時之狀態變化關係，例如伸展或屈曲，未必限于常通過同一道程，例如列車線路之轉轍機，因中樞神經系之特別機構，反射通路被轉轍，有致成效果相反的結果之場合。例如，就因同一刺戟之反射所現部位視之，動物體起立時，第一要支持體重之肢關節，於關節得緊着固定，即筋之伸展及伸展筋要緊張。此稱之曰支持反應。動物之一側蹠面着地，則體重加重於該側時，成爲刺戟而反射的使同肢之緊張及伸展，如此結果，謂之部分的體位反射。四肢起立動物之一側後肢，與以痛覺，則屈曲而離地面，此際因此殘餘之一肢，支持身體後部之重的關係，於其肢上面，反射的得見伸筋之筋緊張增加也。即於一肢依刺戟所生反射之效果，出現在反對側之同部位者，謂之曰分截保持反射。將動物把持其頭及尾，倒吊於水平位時，則背部對上方呈凹形，然此動物僅一側蹠面着地，此際立即將背部伸展而成凸形，是乃於一肢刺戟之效果，出現

在背筋者，稱之爲分截間保持反射。將頭部持其口端向上方仰上時，爲對應重心之移動，則反射的伸展其兩側前肢，增加筋緊張，於後肢則筋緊張減少而屈曲。若頭部低下時，則結果適與此相反。如斯場合頭之位置變化，詳細述之：則第一，頭於空間之位置關係變化，對體軀幹位置關係漠不關心；第二，頭之對軀幹相對的，置之變化，以之爲起因，其反射之效果，顯現於前後肢軀幹，眼筋與殆及全身之筋肉羣，如斯者稱之爲全身保持反射。由上述第一項生起者，謂之自耳內前庭所生出之緊張性迷路反射；第二之場合，曰緊張性頸反射。就此兩反射各各分別視之，則關於反射之效果亦有不同，例如頭後屈之場合，依迷路性反射時，結果爲四肢伸展，由頸反射時，則爲前肢伸展，後肢屈曲，但於日常之生活，兩反射以代數的和顯示者也。對於全身的體位反射，視覺之意義亦頗重要，已如蟹之一項前述之矣，然而於人類尤其以視覺作平衡保持之場合夥多。因頭之位置變化所起全身的體位反射，於動物運動時，頭之運動有規定運動方向之意味，故使體軀適從於頭之運動，且其結果，爲對重心位置之變化，保持體位於平衡位，可謂最合乎目的也。

起立反射。於人體如行住坐臥之體位變化，或顛倒時之上起動作等，是乃廣義的起立運動也。起立運動隨動物之動作敏速巧拙，而有遲速巧拙之別。吾人自高處落下，必以不自然的體位落下，然若貓任以若何姿勢向空中拋上，彼亦必以四肢立地上，即其適例也。起立運動如於人類，亦有以意識的行之者也。如於鳥類之傾倒反射。電線反應，亦屬於此起立反射者，故於此等動物，此起立反應均以一種反射機轉行之者。試將犬之脊髓於上胸部切斷時，自發的運動即消失，然於後肢猶得營種種運動，例如一側與以痛覺，或搔其腹壁時，立即自外來之刺激遠離，或欲除去之而作屈曲運動（防禦反射），若以頭尾於水平保持身體，則雖後肢亦得營步行運動，然欲自不正的體位起立，則能力全無；脊髓與延髓共留存而切斷（去腦動物）時，則起所謂去腦剛直，如四肢伸展筋，頭頸舉筋，背伸筋，尾舉筋，下顎閉塞筋，於常態拮抗重力而作用之筋

動物之體位，平衡反應

肉，均極度伸展，伸展筋之筋緊張達最大狀態，直立剛直之四肢，支持體重而直立，與健康動物之所見相同，然一度與以衝擊而使之顛倒時，則無再起立之能力。今更於上方留存中腦而切斷（中腦動物）時，雖將其作任何體位，亦有立即起立於原先體位之能力。於中腦動物缺少自由運動之能力甚明，此起上動作，全由于一種反射機轉，謂此曰起立反射。此起立反射必須中腦及前庭器之健全（迷路性起立反射），將其破壞時，則此反射消失，然若身體觸及地板時，立即顯現起立反應，稱此曰身體反射。更於前庭器，皮膚深部感覺之外，視覺得為本反射之起因，讀前記之例，當可明矣。

靜定——運動反射。在身體各部相互間有相對的運動時，或身體自身於空間變位，即行自主的或他動的運動時，或如對周圍固定之自身行運動等之場合，所出現之反射機轉是也，於與靜定反射之限界有甚不明瞭之場合，然靜定反射之生起由于運動終局之體位，反之，本反射之生起，乃由于運動之過程自身者，而其效果，乃由于身體被變位時，對此如欲固持其舊體位所生起者也。因變位對皮膚深部感覺，視器，前庭器之刺激，為本反射之發生機轉，其效果顯現於眼筋，頭頸軀幹，四肢等，亙及頗廣汎也，例如依視覺致成鐵軌眼震蕩者，當火車之進行中，凝視一見如走向後上方之枕木時，因眼球之轉位，雖迫之而欲確保目標於視野中，然終達至轉位之極限時，即再歸舊位，又求新目標而再追，順次如斯反復，而生起眼球震蕩者也。

如斯，靜定及運動反射，乃動物體之平衡反應生起，最重要者也，此反應雖除去大腦之機能，尚得完全營之，誠為對於動物最合適之事也。然於動物常態之起居，若比較於實驗上在一定條件之下施行之者，則極為複雜，僅以之為單純的反射機轉，實屬尚不充分。例如於健全之犬，隱閉其眼以奪去其由于視覺之指南，頭使之下垂，僅近口之一小部分，使其觸及床上時，立即前肢向前方伸展。於除去大腦之犬，此前肢之運動不得看見也。將蹠面觸及床上，始得見其起支持反應。即為端正的起立直立，必要依靜定的體位反射所起之支持反

應，自不待言，但於其顯現以前，爲起立其反應，使之成最有效果的，需要其在準備的（待機的）姿勢，是知雖關於單一的直立，亦必要反射的機轉之外，尙須高等的神經中樞之存在也。

前庭器之靜定的及動的機能，爲使身體保持平衡，則皮膚深部感覺・前庭器・視器等之健全，乃第一要件，已如前述。如一般平衡反應之起因器官，總稱爲靜定器官或平衡器官，於此意味，則前記三器官亦爲平衡器官也。下等動物尙無視器或複雜的神經系統，而能取一定之自主體位，實依種種機構得保持其體位；如棲息于水中之有吻昆虫則其胸部兩側有空氣囊，依其調節以保持體位之平衡，此空氣囊亦得稱之爲所謂靜定器也。特以重力爲適應刺戟，因與以對重力線之方向指南，備具有特別神經之稱爲感覺器官，靜定胞（或囊）之器官者亦有。胞之構造有單由皮膚陷沒而成凹部者，或更深陷體組織中而成囊，囊內充滿液體，囊壁有特別的斑狀之有毛細胞層，謂之聽斑，加之成自有機質，然多數爲無機質之小石片，一個或數個重疊，介于有毛細胞與甕毛之間而連絡之，稱此曰耳石。動物在一定之體位時，耳石常載于一定部位之感覺上皮上，體位變動或身體運動時，感覺上皮上依從重力或慣性，對感覺細胞層生相對的變位，壓迫或牽引甕毛。以此爲刺戟，則與感覺上皮相連之神經興奮，傳播于中樞，至反射的筋肉羣營特定之運動。如斯平均胞若水母，隨流水而游泳，於不斷的受體位變化之動物中，乃最良好發達，如稱爲櫛海水母，其體形如伏鐘，下端有口部，體上端之凹所，有一個平均胞，耳石比較的大，作球形，以由于此耳石囊內突出之囊的周邊，所生出之四肢之前端，支之如鼎形。此四脚更與體之長軸平行，作放射狀，成四條紐帶，走在體表面，至口端，各紐帶上與之成直角有運動器官，如無數之櫛並列也，櫛之齒成自甕毛。游泳中體位變化時，則耳石傾斜，因之壓迫一側之脚，以此成爲刺戟，則連於該脚紐帶上之櫛狀甕毛，一齊甕動，恢復體之平衡。將此耳石器官，以人工的破壞時，各列之櫛狀甕毛即失統制，各個以種種不同之 Tempo 搖動，其體位全亂，而一

動物之體位，平衡反應

且已亂之體位，欲恢復之殊困難也。(Engelmann 氏及 Verworn 氏之實驗)。

Kreidl 氏就蝦之一種，報告其有興味之實驗，蝦具有平均胞一對，在肢。觸角或眼球之基部，或為完全的囊狀，惟多數僅由皮質之陷入而成者。此種之耳石係砂粒，當其蛻皮時，此耳石亦同時棄置，自拾砂粒以入于新成之陷入部。

Kreidl 氏將此蝦飼育於無砂粒或與之類似固形物之水層中，加入小鐵粒子，則蝦蛻皮時，同時自己以此鐵粉納入胞中，代用為耳石，對此蝦自其一側接近磁石，則蝦恰如被磁石所引，得見其近向磁石，蝦之平均胞中鐵粉之磁力，推動蝦之體重，極為微弱，自不待言之而明也。依據氏之說明，使蝦於左方運動中，耳石依其慣性於右方壓迫感覺上皮，因此生起迷路性運動反射，代償的蝦則欲於右方運動。自蝦之右方接近磁石時，招來完全同意義之結果云。將蝦阻礙其運動而廻轉之，俟固定於自由的位置，自右方接近磁石時，則蝦於左方廻轉之縱軸，而取一定傾斜之體位。此體位對磁力與重力之合力方向，為正垂直的傾斜，是即因磁力將重力之方向，不論其變更，正對其合力之方向，顯示周正的反應。如斯對磁力之反應，因平均胞破壞而消失，平均胞不僅為靜定器官，更進而有靜定——運動器官機能，乃吾人周知之事也。於脊椎動物取一定體位，體位之變化，尤其是運動極加複雜，則靜定與靜定——運動器官之前庭器，不僅生理學的，就是解剖學的亦隨之複雜；與下等動物之平均胞，其構造雖一見之下如全然為別個之構造，有別個之生理機能然，但此器官之發育，若以胎生學的見地看來，始知其構成乃全然由同一規格者。於脊椎動物胎生之極初期，在頭端兩側，生出上皮之陷入靜定窩，陷入部遂被絞窄而成胞（靜定胞或耳石囊之時期），與外界之連絡斷絕，於魚類亦有終生殘存此胞者。此囊狀物於種種方向生出中空之突起，在下方之突起為蝸牛殼，而成聽覺器官也。從囊之後方膨出三個扁平半圓形中空之突起，互以直角相交；此扁平半圓形囊突起，殘存其周邊，中央之下半應着而消失，成三個半圓形管，即三半規管。囊之中部更於其中央，絞窄而分為二個囊。由近半規管部分起為橢圓囊，接蝸

牛殼部分成正圓囊，蝸牛殼迄於鳥類尚爲向前下內方之桿狀體，於哺乳動物始呈渦狀卷曲的所謂蝸牛殼。對蝸牛殼殘餘之部分，稱前庭器或迷路，此等膜狀管狀器官之蝸牛殼。前庭器，納入于同形之骨腔中，支持在骨腔內之外淋巴液中，其內腔充以內淋巴液，三個半規管各以不同之開口部開口於橢圓囊中，三個半圓形環狀管之一脚常膨大，成壺腹，壺腹中有稱爲橈之丘狀突起，其表面被覆以一層感覺上皮，丘頂上之感覺上皮，有感覺毛比細胞長數倍，成一束而屹立，包以膠狀物質，謂之 Cupulla。正圓、橢圓兩囊有與下等動物之平均胞，構造完全相同之成自石灰質之耳石器官，在正圓囊中者特稱曰 Lappilli，橢圓囊中者稱曰 Saggittae。於魚類有特別長大者，於鳥類等在桿狀聽覺器之前端，更有一個耳石器官，稱之曰 Lagenae。分佈于蝸牛殼司聽覺之蝸牛殼神經及分佈於前庭器之各耳石膜器與橈之前庭神經，合而爲一幹，成第八對神經入延髓。三個半規管相互略作直角而交之三個面內，曰水平。前額（前垂直）。

• 後垂直半規管。於頭蓋內對其正中線之關係乃特定的，而一側前額半規管與他側後垂直半規管成同一平面。於人體關於各半規管相互及對正中線之位置，依個人而甚相差異，大體水平半規管對水平面，對後下方爲整度乃至三十度之傾斜，前額半規管面對正中線，作 30—60 度之角，對後垂直半規管面爲 85—115 度，對水平半規管面爲 60—90 度之傾斜。後垂直與水平半規管所作之角度，爲最無變易，乃 90—100 度。關於耳石膜器官，Lappilli, Saggittae 雖各於水平。正中兩面直交爲面，然關於其形狀或面之彎曲，每一動物各有多少之相差。如鳥類之 Lagenae，更有與此直交的前額面，於半規管爲同樣空間的三元性。

關於前庭器生理之實驗的研究，以 1824 年法國 Flourens 氏之鴿及家兔之實驗爲首創也。氏將此等動物之半規管破壞時，得認有其行特定的運動。若破壞水平半規管，則於水平面頭之運動及動物長軸周圍之捻轉；如爲前額半規管，則於垂直面內頭之運動及向前方顛倒；如爲後垂直半規管，則有同樣的

動物之體位，平衡反應

頭運動並向後方顛倒；同時該氏證明第八對神經是由司聽覺與司半規官之二部而成者也。氏以半規官破壞之頭及體軀之運動，乃是因旋覺之一種眩暈症狀（聽覺眩暈），特因缺少關於迷路機能之記述，以致不足引起他人注意，然 1861 年 Ménière 氏報告於呈耳鳴・耳聾・眩暈之患者，其耳半規官內出血之症例，自此對迷路機能之研究勃然興起，1870 年德國 Goltz 氏發表，前庭器官為司頭之平衡及間接身體平衡之器官，由于 Mach 氏，Breuer 氏，Brown 氏，Högyes 氏等，得確立關於前庭機能之生理學，而 Mach 氏所作者，乃關於前庭器與運動感覺，Breuer 氏即以為半規官乃為對迴轉加速度之感受器官，耳石器官乃當位置之變化，直進運動之際，對重力，直線加速度之感受器官，如此使兩者之機能相對立也。Högyes 氏完成其系統的研究，乃關於對眼筋之前庭性眼震蕩是也。Ewald 氏用鴿作精細實驗的研究，由是得闡明“緊張性迷路”，即於身體筋肉之筋緊張與迷路之關係；Bárány 氏發見溫熱性眼震蕩；Hizig 氏電流性眼震蕩之發見等，均為檢索人體迷路機能之重要貢獻也。尤就前庭器與體位給與明快的系統的說明，實 Magnus 氏及 A. de Kleijn 氏等所負之功績不少也。

前庭器有對於體位及運動之調節機能，茲將起因於前庭器之反射，按其起因與效果顯現之部位，分類如下：

A. 運動反射

1. 迴轉反應並迴轉後反應（依角加速度而生起者）

a. 對於眼筋者

b. 對於頭者

c. 對於腰部及四肢者

2. 對直線運動之反應

B. 體位反射

1. 對體筋肉之緊張性反射

a. 對於四肢者

b. 對於頸者

2. 代償性眼球轉位

3. 迷路性起立反射

A. 迴轉反應及迴轉後反應

將動物迴轉時，於迴轉之開始及停止，是即使角加速度作用時，對身之各部，現特定之反應者也。

a. 對眼球 將動物固定之，於垂直軸之周圍迴轉時，當迴轉開始則起同方向之水平眼震蕩，依迴轉近于等速，眼震則減弱，等速迴轉時則消失。急將此迴轉停止，再生與迴轉成反對方向之眼震，眼震蕩之成分有二，即向一側緩徐的眼球變位，及急速的復歸運動是也，通例以急速成分之方向，作為眼球震蕩之方向。前者稱眼球迴轉反應，自前庭器發生，後者稱眼球迴轉反射，與前庭器之機能無關係，因恢復眼球變位，由別個反射機轉而發生者也。眼球震蕩者乃任取如何之頭位，必發生於被迴轉的面內之眼球的往復運動也，是故依從其中之頭位，對眼窩而成為於水平・垂直或前額面之迴轉性眼球震蕩。因迴轉之眼球迴轉反應，對於因頭迴轉之視野移動，乃係代償的作用，於顏面之兩側有眼球者，顯現特別著明。

關於角加速度以如何機轉作用于半規橈官，Breuer 氏之內淋巴液流動說最易理解。依據該氏所云，若迴轉充滿液體之管狀環，當迴轉之初期，液體對管壁作相對的迴轉與向反對側運動；如持續迴轉，則此液體流動之活力，因與管壁之摩擦粘着漸漸減少，（管腔愈狹愈速），液體與環管共以同方向同速度相動，內部的即靜止；環管急激中止迴轉時，液體猶有運動之活力，從其慣性，其活力直待其因與管壁之粘着而消失時，仍繼續流動於迴轉之方向。由于迴轉，半規官生起向壺腹與遠壺腹之流動，於壺腹之神經，在同一之半規官，雖於任何方向之流動亦得興奮，然其刺激之結果，於兩者招來完全反對之結果

動物之體位，平衡反應

。即迴轉之初及停止時，眼震蕩之方向相反一節，可與說明矣。關於眼震蕩生起，對 Breuer 氏之內淋巴流動說，Mach 氏以爲依迴轉之內淋巴液內，實際非液體之流動，單係流動能率，即生起要流動的能率，Breuer 氏自己雖亦以此說爲然，而 Högyes 氏，Ewald 氏實際上確定內淋巴液得流動之實驗，其他贊成內淋巴液之流動學者夥多。即因內淋巴液流動，橢，Cupulla 之阻撓，成爲刺戟，興奮傳達至中樞，更由複雜的路徑，至動眼筋中樞，如斯眼震蕩出現矣。故前庭性眼震蕩不僅因迴轉運動，亦因迴轉角加速度而生起，雖將前庭器兩側之耳石器官完全破壞之，仍完全出現，是以明瞭此反應由于半規官亦得生起者也。

b. 對頭部者 將動物於垂直軸之周圍迴轉時，則在水平面生起頭向反對側之變位；此變位之稱度，超越某個限界時，則再急速回復舊位，而由與於球完全同樣之機轉，發生頭震蕩，與於眼震蕩時同樣，緩徐的頭之變位，乃是前庭性反應，而急速的復歸運動，是由于較前庭中樞更爲上方之神經中樞所興行者也。因迴轉的頭之變位，似乎是起於對迴轉常要固持頭之原位置，試將動物若於水平位迴轉，則頭欲向其反對側，如於頭之垂直位迴轉爲之，則作反對側迴轉，將頭於橫臥位行之，則向反對側對軀幹而行頭之上下運動。

C. 對骨盤及四肢 Magnus 氏於猿因迴轉，得認腰骨盤之迴轉，四肢之內外轉，伸展，屈曲運動，此等反應因兩側半規官破壞而消失，而一側破壞，則按迴轉方向，其顯現雖有強弱之差，但猶得認知之。

A. 2. 因直進運動之反應

動物於節後・左右・上下之方向直進的運動，即與以直進加速度時，生起種種反應。

昇降反應 若將在正常位之動物，以他動的急激向上方移動，則於上昇運動之始初，屈其前肢，頭屈向腹側，當中止上昇之一瞬間，前肢強伸展，頭舉上，降下運動時，則起相反之反應。

趾展開 將海漠之頭部吊於上方，迅速向下方移動時，則展開其趾。

跳躍準備（跳躍待機姿勢） 將動物之腰部，使頭在下方吊住之，急速向下方移動時，於海漠則以前肢在肩關節極度向前方推動，並前肢極度伸展，而於家兔則以後肢向後方踢蹴，如斯反應乃動物飛躍時所現者，不外乎企圖欲支持體重於前肢者也。

對眼球 Ach 氏以蛙由于直進加速度，認知眼球之運動，眼睫閉塞，Fleisch 氏以其因向側方之直進如速度，得認眼球之變位，兩氏共以此反應，歸諸因加速度之耳石器官之機能也。當直線運動之際，關於半規官內液體流動之生起一事，Mach 氏 Breuer 氏等理論的，物理學的均否定之，因直達運動之加速度，受作用者作為耳石膜器官；即若根據 Breuer 氏之說明，則因前進加速度，耳石對當該感覺上被為相對的變位，是故假定耳石在聽斑上備有特定滑走之方向，因此耳石滑走之感覺氈毛，其牽引壓迫被加上，此乃成刺戟而為反射之起因者，猶如於鳥類，魚類，其營向上下之方向運動者，則 Saggita Lappilil 之外，因此得位置於垂直前額面，於上下之方向，更有備具耳石滑走路的稱為 Lagena 之第三耳石器官的特別存在，以此事實，亦得為直進加速度感受器官，乃耳石器官之證矣。對此，以為因前進運動，於半規官內亦得生液體之流動，而對此直進運動之反應，亦由于半規官之機能，如斯倡導之學者頗不乏人，Magnus, de Kleijn, Roreut de No 等乃此說之共鳴者也。

B. 體位反射或耳石反射

1. 對體筋之緊張性反射。 頭於空間內取某種位置，即耳石與聽斑間關係位置之變化，或相互間之力似有變化的頭位之變化時，以其為起因，筋緊張之配分似有變化的反射機轉，則必要次列條件：第一，本反射因兩側迷路破壞及將耳石自聽斑剝離而致消失。第二，因對於耳石之聽斑，其解剖學的關係，於空間之頭任取如何的位置，亦常得成一定之刺戟，是以常被構成一定之反射機轉，由于此反射之效果，在頭持續着一定位的中間是持續性的。第三，耳石反

動物之體位，平衡反應

射之效果，有最大與最小之限界，而最大・最小效果位與其一致相存在。對最大・最小興奮之頭位，乃該耳石在水平面時，最大與最小頭位之間有 180° 之角差（依據 Magnus 氏及 A. de Kleijn）。

在迷路性緊張性反射之觀察，為防止因視覺之影響及動物自由運動之混入，則用去腦動物，為防止關與四肢筋緊張的均等分配之頸反射混入，則切斷在於頸髓之感覺神經根，或以石膏帶將動物之頭・頸・軀幹作一列固定後，方得觀察也。

a. 對四肢之反射。將如斯處理之動物為背位時，四肢伸展筋之筋緊張成最大，為腹位時則成最小，即背位乃最大效果頭位，腹位乃最小效果頭位，於其中間之頭位取中間值，縱破壞一側迷鐵，本反射亦得同樣存在，以是知一側迷路支配兩側四肢緊張，因兩側破壞，耳石剝離，致本反射消失。對四肢之緊張性反射，因橢圓囊耳石生起者也，於最大・最小效果頭位，該耳石則在水平面；於最大效果頭位即背位，則耳石因氈毛懸吊於聽斑之下方；於最小效果頭位即腹位，則壓迫聽斑。正圓囊耳石，對此反射之生起，在於無關心的垂直位，故無何等之效果。

b. 對頸者。對於頸筋之迷路性緊張性反射，以於四肢同一之機轉，同一之規格而顯現之。所異之處，即對四肢者為兩側性，反之於此場合者，其效果僅限於一側。故由于一側迷路破壞，頭向破壞側而迴轉也。

2. 代償性眼轉位。將家兔使其頭於空間在矢狀軸之周圍向左方迴轉時，則右方之眼球向下方，左眼則向上方垂直轉位。（垂直變位），又將頭於空間向直交以矢狀軸之軸的周圍迴轉時，例如以口吻端向下方而迴轉之，則兩眼球對眼窩，前端向上後方，後端向前下方迴轉運動，合此兩者而曰代償性眼球轉位。於眼球垂直轉位，則各迷路與同側上直筋，他側下直筋有相連絡，而破壞一側迷路時，則健側在向同側作九十度迴轉的頭位者，其效果為最大，在與此相隔一百八十度之頭位為最小，於此兩頭位，在水平位者乃正圓囊耳石器官也。

。故如對四肢之橢圓囊耳石器官，對於垂直眼轉位，正圓囊耳石為感受器官，得以明瞭也。反之，於輪狀轉位，最大效果乃吻向上方或下方，取約垂直位時而顯現也。於此頭位取水平位之耳石，家兔則無。是以本反射生起之機轉，完全不明，然由迷路破壞而消失，則與垂直轉位同樣也。

本反射於空間頭位有變化時，與緊張性迷路反射共保頭位於正常位，特以有益於確保視野。此反射於頭之兩側面有眼球之動物，特別顯著表現，且又為其必要者也，兩眼並列於顏面，於視野之重複者之位置當以視性的決定為主，代償性眼球轉位備有此意義者甚少也。

3. 對於頭之迷路性起立反射。中腦尚健全之動物，有起立反射之存在，前已述之矣。中腦乃起立反射之中樞，且因傳達自身體之各部分，視器・前庭器・皮膚・深部感覺等之刺激，此部位興奮，由于反射作用，於空間雖變更如何的體位，亦生起如常保其頭於正常位之筋肉反應運動，稱之曰前庭性起立反射，置中樞認為在赤核。欲單獨觀看前庭性起立反射，則須遮蔽其眼，於空間支持動物，要將視性・身體性・體位反射之影響除外，如斯處理之動物，於空間任置之如何體位，亦必回復其頭位於正常位。兩側迷路破壞之動物，缺少此反射，予以如何之頭位，必依然如故，不得回復正狀之頭位。按各種頭位之迷路性起立反射，其起因于何者，為正圓囊，抑為橢圓囊，判別殊困難也。不僅如斯，即於兩側迷路健全者，頭位亦未必常呈對稱的，於其靜止位之頭位取獨得之姿勢者亦有。多數動物以下顎下向，頭對水平面呈30—40度之傾斜者亦有。至於此究竟是由于橢圓囊耳石之起立反射，抑或由于正圓囊耳石之起立反射所致者？不明之點殊多；然於如斯靜止位，則兩側正圓囊耳石器官乃在左右對稱的位置，而橢圓囊耳石器官在最小效果頭位者為多，正如於此平衡崩壞時，迷路性起立反應以複雜之機轉而出現者也。

於人體前庭器之機能。於動物之平衡作用及運動之調節作用，乃由于靜定性及運動性反射之複雜的反射機轉而支持者，對其反射機能之生起，則視器