84 – 11 – 3109

人因工程在交通安全之應用

交通部運輸研究所

中華民國八十四年三月

交通部運輸研究所
合作研究計畫出版品摘要表

出版品名稱：

中文：人因工程在交通安全之應用

外文：*Human Factor Issues in Traffic Safety.*

國際標準書號(或叢刊號)	政府出版品統一編號	運輸研究所出版品編號
	009104840110	84-11-3109

本所主辦單位：運輸安全組 主　　管：林大煜 計畫主持人：林大煜 研 究 人員：林豐福、林亨杰	合作研究單位：中華民國人因工程協會 計畫主持人：李永輝 研 究 人員：游志雲、黃雪玲、賴新喜、紀佳芬、謝光進、許尚華、王明揚、許勝雄 地　　址：新竹市光復路二段101號 聯 絡 電話：(035)715131轉3935、3967	研究期間 自83年7月 至83年12月

關鍵詞：人因工程、號誌辨識、圖形辨識、高齡化、安全氣囊

摘　要：本所有鑒於人因工程在交通運輸安全上之重要性，爲使這門科學能廣泛運用於交通運輸上，經與中華民國人因工程學會連繫，於八十三年七月至八月間，分別邀請國內各大專院校之人因工程的學者專家，就各自專長之研究領域，探討人因工程與交通運輸安全相關之議題。

人因工程這門科學係探討工程設計時所應考量之人的生理、心理及行爲等相關之人性因素，而爲達此目的，交通運輸安全之設計與規劃，不僅應整合工程、資訊及管理等專業知識與技術，更應納入人因工程設計之考量。在研習進行期間，共計進行了十四個議題的研討，其研討內容將詳述於本報告書之各章節。另將其各相關資料整理如附錄。

出版日期	頁數	工本費	本出版品取得方式
84年 3月	491	280	凡屬機密或限閱性出版品均不對外公開。一般性出版品，公營、公益機關團體及學校可函洽本所免費贈閱；私人及私營機關團體可按工本費價購。

管制等級：

☐機密（☐解密日期爲　　年　月　日，☐主辦單位視情況辦理解密）

☐限閱（☐解限日期爲　　年　月　日，☐主辦單位視情況辦理解限）

☑一般

備　註：本研究之結論與建議不代表交通部之意見。

人因工程在交通安全之應用

目　錄

	頁次
壹、前言	1
貳、研習內容大綱	3
1. 人因工程與交通運輸安全議題簡介	4
2. 號誌辨識能力之議題	6
3. 頭形量測與安全帽設計	10
4. 視覺生理、色彩學、與光量測	13
5. 圖形辨識與交通號誌之設計	17
6. 聽覺與駕駛員噪音防護	20
7. 長途及長期駕駛之人體工學研究	23
8. 駕駛者視野、感光反應與辨識能力研究	26
9. 高齡化駕駛員之安全議題	29
10. 酒後駕車與交通安全事故	32
11. 飛航系統之人因工程議題	34
12. 汽車安全設施功能評估	37
13. 訊息處理與公路交通安全品質	40
14. 高速鐵路列車之人因工程設計議題	42
參、問題研討	45
肆、交通運輸安全建議研究主題	55

人因工程在交通安全之應用

目　錄

頁次

附錄

附錄一	人因工程與交通運輸安全	- 1-
附錄二	號誌辨識能力	- 70-
附錄三	頭形量測與安全帽設計	-112-
附錄四	視覺生理、色彩學、與光量測	-123-
附錄五	圖形辨識與交通號誌之設計	-145-
附錄六	音與聽覺	-176-
附錄七	長途及長期駕駛之人體工學研究	-196-
附錄八	駕駛者視野、感光反應與辨識能力研究	-219-
附錄九	高齡駕駛的有關議題	-271-
附錄十	酒後駕車與交通安全事故	-302-
附錄十一	人因工程在飛航安全之應用	-321-
附錄十二	汽車安全設施功能評估	-406-
附錄十三	訊息處理與公路交通安全品質	-455-
附錄十四	高速鐵路列車組的人因工程化設計準則之研訂	-466-

人因工程在交通安全之應用

壹、前 言

人因工程這門科學係探討工程設計時所應考量之人的生理、心理及行為等相關之人性因素，使工作方法、設備器具、及工作環境等，進一步和人的能力調適，使得工作和機具效率提升並達安全舒適之境界。交通運輸安全著重的，除了運輸工具、道路環境、交通號誌與法規外，尤其重要的是與使用者，亦即駕駛人員和乘客的人性因素能相配合。為達此目的，交通運輸安全之設計與規劃，不僅應整合工程、資訊、及管理等專業知識與技術，更應納入人因工程設計之考量。

本次交通運輸安全與人因工程研習，由交通部運輸研究所運輸安全組主導，並由國立台灣工業技術學院李永輝教授負責規劃，自八十三年七月至八月間，分別邀請國內各大專院校之人因工程的學者專家，就各自專長之研究領域，探討人因工程與交通運輸安全相關之議題。雙方並進一步利用相互研討之機會，相互學習並交換心得，而延伸出各個潛在之研究議題。研習進行期間，共計進行了十四個議題的研討，研討之主題及受邀之主講人如下：

1. 人因工程與交通運輸安全議題__簡介　　技術學院李永輝老師
2. 號誌辨識能力之議題　　技術學院李永輝老師
3. 頭形量測與安全帽設計　　清華大學游志雲老師
4. 視覺生理、色彩學、與光量測　　清華大學游志雲老師
5. 圖形辨識與交通號誌之設計　　清華大學黃雪玲老師
6. 聽覺與駕駛員噪音防護　　技術學院李永輝老師
7. 長途及長期駕駛之人體工學研究　　成功大學賴新喜老師
8. 駕駛者視野、感光反應與辨識能力研究　　成功大學賴新喜老師
9. 高齡化駕駛員之安全議題　　技術學院紀佳芬老師
10. 酒後駕車與交通安全事故　　技術學院謝光進老師
11. 飛航系統之人因工程議題　　交通大學許尚華老師
12. 汽車安全設施功能評估　　技術學院李永輝老師
13. 訊息處理與公路交通安全品質　　清華大學王明揚老師
14. 高速鐵路列車之人因工程設計議題　　技術學院許勝雄老師
15. 交通運輸安全與人因工程議題：綜合研討

貳、研習內容大綱

本研習課程前半段採講授方式，後半段為意見交流與研討方式，研習全程均將重點著眼於切合於實際交通運輸安全狀況的考量，俾使研習內容對所內同仁有所幫助。後半段之意見交流與研討內容則針對國內實際的交通運輸安全問題進行探討，以期透過學理與實際相互驗證，同時配合所內同仁在處理運輸安全問題時的經驗與困難互相討論，希望能對國內交通運輸安全有所幫助。

有關本研習課程的內容，詳細說明之圖表與細節均列於附錄處，此處僅針對主要概念與大綱作大略的整理與說明，詳細之上課內容則請參閱附錄與所內錄製之上課錄音帶。

人因工程與交通運輸安全議題簡介

主講人：李永輝

1. 人因工程的目標：人因工程的主要目標，係探討人們在工作與日常生活中，所使用的物品以及所身處的環境，在其設計時所應考量的人員或人類特徵、限制、預期與行為，亦即為人類使用而設計；而其應用於運輸安全時，亦包含強化人員的能力、善用人員的能力、提高人員的效率、增進人員的舒適、避免過度的負荷、降低人員的傷害等，所探討的對象亦包含駕駛員、乘員、行人等，及與運輸安全相關的軟硬體設備或措施產生交互作用的主客體均可列為探討的對象。

2. 人因工程的範疇：欲探討人員或人類特徵、限制、預期與行為時，首先需了解人體的基本解剖學、運作方式與物理結構。其中包含究竟人體如何進行生理工作，各種作業變項對身體負荷的影響程度如何；以及人員如何從事有關心智負荷的工作，哪些心理因素會對工作績效造成影響？甚至造成人為錯誤的發生。而人體與環境的交互作用，例如生理節律、作業排班與酒精效果等，亦是人因工程所探討的範疇。

3. 人因工程的應用：人因工程應用於交通運輸安全上，例如探討駕駛艙設計增加人員的舒適性，使駕駛人員不致因長期或長途駕駛造成生理疲勞影響駕駛安全，甚至產生職業性駕駛的骨骼肌肉方面的疾病；其次，亦可經由對人類資訊處理模型的研究，探討造成人為錯誤的原因、時空背景以及環境因素，並加以避免，以增加人員駕駛績效與安全性。至於硬體設計方面，顯示裝置與控制裝置之設計與人類人體測計與各種相容性原則的探討，將有助於更合乎人類使用的顯示裝置與控制裝置之設計。而不同環境條件下，對人員作業的影響如照明、噪音、溫度、震動等對駕駛績效與安全性均有密切的關係。另外，為特殊族群，如殘障、視障、聽障朋友，或高齡人口、兒童等所作的特殊設計或軟硬體的考量，將是符合潮流的研究重點。

號誌辨識能力之議題

主講人：李永輝

1. 視覺系統之構造：視覺是人類在接收外界訊息時使用最多的一種感覺類型，尤其在交通運輸安全上，視覺更是與外界環境關係最密切的感覺。

2. 視覺能力：簡稱視力，包含：

(1)視覺敏銳度：指眼睛能辨識物體細節和輪廓的能力，如閱讀駕駛艙內之儀表板或確認遠處十字路口的交通號誌。通常以視角的倒數表之，而視角則與物體高度與眼球至物體距離有關。

(2)辨色力：視覺的辨色力乃基於網模上錐狀體對於各種不同波長的光波刺激比桿狀體敏感的現象所造成。色盲即在紅綠或藍黃的辨別上有困難。

(3)暗適應力：由桿狀體與錐狀體功能不同，使人類視覺在由明亮進入黑暗環境時約需三十分鐘以上的適應期。

3. 影響號誌辨識能力的因素：影響號誌辨識能力的因素包含距離、目標物之位置、目標物的大小、亮度的對比照明水準、凝視時間、眩光的影響、物體運動速度等，且各影響因素間亦存在相關。

4. 駕駛作業之視覺行為：

(1) 號誌訊號的識別能力：人們的視覺辨別能力取決於視覺能力，尤其是視覺敏銳度。另外影響因素尚包括：亮度對比、照明水準、觀看時間、眩光及物體與觀看者的運動情況；而年齡因素使視覺能力退化亦是應考慮的重點。

(2) 工作情境下的號誌辨識：根據研究結果指出，駕駛員視覺工作負載的增加當車速加快時，駕駛員蒐集資訊、判斷、及操作的時間會相對縮短，使其視覺負載增加；當車速加快時，駕駛員將較多的注意力集中於號誌上，並有將視覺焦點集中於時間較長

號誌上的傾向，亦證實當車速加快時，視覺負載增加的假設。

5. 第三煞車燈之效益評估：利用實驗室模擬道路駕駛狀況，並蒐集各種路況及第三煞車燈的反應時間，配合眼球追蹤器對受試者的視覺行為進行探討，發現中置式長方形紅色之第三煞車燈可使受試者的反應時間最短，以爭取較早的煞車時間，與受試者的喜好程度呈正相關。透過此研究亦對駕駛者的視覺行為作一瞭解。

6. 有關駕駛行為評估之研究方法的探討

(1) 實驗室模擬：實驗室模擬法可較精確操弄所欲探討的變項，將無關之干擾變項的影響程度降至最低，但同時由於模擬情境與實際狀況存在差異，在解釋或運用實驗結果時須特別謹慎。

(2) 抽樣追蹤調查：利用抽樣的觀念，對受測樣本進行長時期與較大規模的調查與分析，由於牽涉到須較大的樣本、追蹤記錄器的安裝、受試樣本點配合意願，因此較適合由政府或較大的研究單位進行統一策劃、

協調與執行。

(3) 道路實驗：道路實驗為在實際駕駛道路進行資料之蒐集。通常為一駕駛實驗組在適合的道路狀況下製造或等待狀況的出現以進行資料的蒐集，然而此方法因在實際駕駛道路進行，故具危險性。

頭形量測與安全帽設計

主講人：游志雲

1. 由解剖學觀點探討人體頭部構造：頭顱含有二十二塊骨，其中八塊形成顱骨，十四塊則與顏面有關。頭顱骨保護腦以及防衛消化及呼吸系統之入口，顱骨圍繞顱腔，襯墊和保護腦而充滿液體之腔室。顱骨之外部表面提供廣泛面積以供肌肉附著，而顱骨與第一頸椎間之關節允許相當的活動量但卻能穩定腦和脊椎之位置。

2. 安全帽設計應考量頭部受力因素：由於枕骨的上緣與沿著人字縫之二頂骨接觸，沿此線可看見一或多塊縫骨，頂骨在向鼻端延伸至冠狀縫之矢狀縫處形成關節，冠狀縫把二頂骨與單一正中之額骨分開。由此解剖學的考量可以得知在設計安全帽時，其重量分佈應避免集中於矢狀縫處，同時矢狀縫與顱骨與第一頸椎間之關節在意外發生時最易造成傷害。

3. 國人頭型的量測：利用抽樣方法建立三度空間國人標準頭型的資料，提供精確且完備的尺寸資料庫與立體頭顱顏面輪廓型態的描述，使產品設計，如安全帽等有所依循。

4. 目前量測國人頭型之技術簡介：抽樣方式以兩段式抽樣法抽取1100名樣本人，並依八大行業別之人口比例配置樣本數。量測方法採2.5D光電式量測系統，量測每位樣本人頭部的三維座標約25萬點，其原理是利用液晶投光器，將不同間距的圖案投射在樣本人的頭部，CCD 照相機讀取該條紋投射在頭部的二維座標再轉換為三度空間座標值，取像時間約20秒。

5. 安全帽檢測：分為七大項，包含耐壓性、耐衝擊性、耐穿擊性、帽緣強度、耐燃燒性、吸水性、重量等。

6. 目前市售安全帽一般評價及缺失：目前市售安全帽由於存在若干缺失，造成機車騎士配戴時的抱怨或索性不戴而增加事故時的傷亡嚴重性。重量太重為一般消費者所詬病，長時間配戴易造成肩頸酸痛與頭部負荷；另外攜帶不便、通風不良、擋風鏡在夜間易造成眩光、視線不清、及對外部聽

覺訊號的阻礙等，皆為騎士不願配戴之原因。

6. 安全帽設計考慮因素：安全帽設計時，除安全因素外，所需考量的人因程問題，如安全帽對視覺、聽覺、溫度的影響，及全帽重量對頸椎所造成的長期負荷。

視覺生理、色彩學、與光量測

主講人：游志雲

1. 人體眼球結構與視覺行為：光線通過眼睛，就如同照相機作業一樣，能轉送我們對外界的視覺。正對眼球角膜中央之小孔為瞳孔，兩邊有虹彩，伸縮調節進入眼睛的光線。虹彩後面為水晶體，屈折進入眼球的光線。眼牆內面的膜為網膜，分佈著接受視覺刺激的桿體及錐體。通常眼睛具調節、輻輳、視線移動、視野和暗、亮適應等功能。利用平行棒與藍多爾圈可量測最小可分辨視角，其原理可用其間隙或缺口的投影與錐狀細胞的分佈關係加以說明。

2. 色彩的簡介：太陽光譜中，包含全部之可視光線，將無色之太陽光經三稜鏡透過後，光波因屈折而分散成紅、橙、黃、綠、藍、靛、紫七色，吾人稱之為單色光，太陽光則稱為複合光。物體若反射大部分白光，僅吸收一小部份，則此物體在眼中為白色，反之則為黑色，其它單色光亦有相同的現象。物體若大部分吸收中波及短波光線，而反射其它長波光線時，此物體便顯示紅色。

3. 色彩與視覺的關係：網膜對於色彩的感覺，並非全部相同。眼睛邊

緣部分雖察覺物體的存在，但卻不發生色覺而成為色盲。離開眼睛注視點90度的任何地方，除非刺激特別亮，否則任何東西均呈灰色。通常，綠色範圍比紅色少，紅色比藍色少，藍色比黃色少。另由於色彩具有個人的感覺，因而需訂出比較與規定色彩的方法，如三色體系、CIE 1931色彩圖解或曼塞爾色系，均為將色彩標準化的色系。

4. 光的量測：

(1) 光量 (luminous flux)

即光通量或光束，指由一光源所放射出來的光能量速率，單位為流明(lumen, lm)，主要以桿狀體為主的光量感覺。

(2) 照度 (illuminance)

某一光源對所有方向放射光束，若想像此光源置於球體中心，則射向球體表面任何一點的光線數量稱為照度。可用每一單位面積的光通量加以測量，例如每一平方呎流明數等。

(3) 光強度 (luminous intensity)

指光源每一單位立體角所放射出來的流明數，其單位為燭光(cd)。

(4) 亮度(luminance)

由被照面上每單位面積所反射出來的光量稱為亮度，可以光通量或光強度加以測量，單位為呎朗

伯(foot-lambert)或平方米燭光(cd/m*m)。

5.在交通標誌號誌上之應用：

(1) 反光標誌與反光標線器材(如貓眼)之光學測定與視覺標準制定：

目前通用的反光標誌可分為平面反光材料與立體反光器材(如貓眼等)。平面反光材料的量測與檢驗多根據CNS 4345,4346 等標準，這些標準多著重物理性的規定。然而，這些物理性質與人眼視覺反應是密不可分的，因之在作物理性規定時必需有詳細的視覺研究，以避免反射光軸過份偏窄與強烈。例如在山區有些反光板只能在一固定的夾角偏角才能看見，一離開該偏角則完全無法察覺，因此可能會導致駕駛者來不及反應，而有些反光板因角度關係，反光太弱時無法看見，太強又會造成光暈，而致極大的安全威脅。因此，制定出合理的回歸反光曲線才是正確之途。目前大量使用的貓眼為點光源的性質，或點光源混合的平面光源所造成，故其視覺效果相當複雜，其光學回歸性質亦相對地困難，因此我們需制定一套基於視覺要求的量測標準，才能真正達到標準化規範的目的。

(2) 燈光號誌的統一化與簡化之研究：

燈光號誌通常應具備有五種性質：可偵測性、可區辨性、有意義性、統一性與多維性。目前臺灣

的燈光號誌雖具有前三種性質，但由於政府並無統一規範（在何種路況下應用何種燈光號誌），因此導致燈光號誌千奇百怪，各式各樣的怪誕組合均有，使行人與駕駛人產生無所適從的困境。交通號誌的目的在規劃齊一的行人與駕駛人的行為，也就是交通號誌以號令編碼來達成使大家反應齊一的目的。交通號誌必須簡化及統一，使得一般市井小民均能用最簡單的心智負荷就能產生不變的行為反應。以往臺灣的交通號誌由地方政府各行其道，相當不統一，加以道路未作良好規劃，以致往往因地制宜，創造出許多千奇百怪的組合。為今之計，必須對各種情況的交叉路口加以研究、整理並規劃出一套統一、標準化的交通號誌，以改善我們日益惡化的交通，並保障人身安全。

圖形辨識與交通號誌之設計

主講人：黃雪玲

1. 視覺顯示器的設計原則：

(1) 可視性：恰辨差值的量測包括調整法、極限法與等刺激法。而人類的視覺範圍為水平左右各80度、垂直為上下各30度。另需注意顏色與對比的效果。

(2) 可辨性：探討的對象包含恰辨差值、符號混淆、對比、警告訊號、及顏色、大小、形等編碼的問題。

(3) 可理解性：即概念性的相容。

(4) 標準化：如國際交通號誌、顏色含意等。

2. 人員的績效衡量：人員的績效衡量包括速度、正確性、學習速率、舒適度、長期使用不致疲勞、較小的個別差異影響、績效之穩定性等。

3. 圖形顯示：

(1) 圖形與文字標誌之比較：包括以分析式處理的語文辨識與綜合式處理的圖形辨識。基本的前提為當圖形可表示時，圖形勝於文字。

(2) 圖形編碼系統之目標：圖形與實體之關聯強度以建立之關聯與容易習得之關聯為原則。

(3) 選擇編碼之效標：再認，呈現測試圖形，由受試者寫出或說出其含意。配對，一次呈現幾個圖形與實體，由受試者配對，計算其配對時間與正確數。主觀意見，受試者表示其對某種圖形設計的喜好程度。

(4) 圖形設計之知覺上原則：
a. 主體與背景
b. 主體界限
c. 閉式設計
d. 簡單明瞭
e. 合而為一

(5) 編碼方式之應用：包括各種編碼層次之適當個數及多重編碼之組合。

4. 交通標誌圖形設計之改善（實例介紹）

(1) 現行道路交通標誌之研究與改善

(2) 交通標誌圖形設計之改善研究

結論：a. 大部分標誌具顯著改善效果。

b. 簡易圖形省略文字說明。

c. 複雜或不易理解之圖形應直接以文字代替。

d. 文字說明數應盡量減少。

聽覺與駕駛員噪音防護

主講人：李永輝

1. 由生理學探討人體耳朵結構與聽覺：聽覺是除視覺外，人類獲取情報的重要感覺。耳朵所反應的為機械能量，由於空氣中的分子的連續振動而產生波的效果，是為聲波，需由介值加以傳導，通常為空氣。聽覺的形成通常由外耳的收集、中耳的傳導與轉換為神經衝動的內耳，使經由聽覺神經傳至腦部的聽覺中樞。

2. 聲音的物理性質、來源與噪音生成：聲音的三個重要物理性質為頻率、振幅及複雜度。頻率指每分鐘內壓力變化周期的次數；強度指單位面積所承受的能量，貝爾為量度聲音強度最基本的單位，係兩聲音強度比率的對數。由於聲源能量無法直接量測，但其與聲壓的平方成正比，故可用聲壓水準(SPL) 加以表示。複合音則指各種不同

頻率與不同振幅的純音所組成的聲音，可作為噪音與樂音的分野。

3. 聲音的量測方式：

(1) 音準計(Sound level meter)
(2) 脈拍計(Impulse meter)
(3) 分頻器(Frequency analyzer)
(4) 聲音計(Sound monitor)

4. 人員對噪音的容忍範圍及時間：美國NIOSH 規定工作場所的噪音規範。其中以每日發生次數、八小時內的總噪音曝露量為規範的基準，一般而言，規範安全噪音量隨曝露時間或次數增加而減小，適用於八小時的工作噪音約90分貝左右。

5. 噪音對人員作業或駕駛的影響：以績效觀點而言，包含對通訊的干擾及人員績效的影響；另以健康及衛生的觀點而言，對生理健康及心理衛生亦有極大的影響。

6. 噪音防治方法與實施步驟：(1) 量測：找出噪音源

(2) 評估：a. 找出曝露於噪音的受害人
b. 瞭解問題的嚴重性

(3) 控制：a. 音源控制

b. 傳遞路徑控制

c. 管理控制

d. 噪音接收者控制

長途及長期駕駛之人體工學研究

主講人：賴新喜

1. 汽車長途駕駛造成身體不適之研究：鑑於小客車成長率的激增，並且南來北往交通頻繁，故引起對長途駕駛對人體產生之不良效應的研究動機。由於汽車座椅的人體工學設計未臻完善，在汽車長途駕駛過程中，因長期駕駛或因姿勢、習慣不良、材質不良或設計不良，造成人體的不適。因此，分析存在於系統中人機次系統間交互作用，起始分別以人、機、環境三者為出發點加以探討。結果顯示在安全帶、休息站的設置、座椅的不良設計、駕駛習慣姿勢不佳等人因工程問題均為影響汽車長途駕駛身體不適之原因。

2. 汽車駕駛者長期駕駛之身體損傷研究：由於交通事故頻繁，因此深入探討駕駛者與駕駛環境之間，所可能對駕駛者造成傷

害之研究，可對長期駕駛狀況下所可能對駕駛者之傷害作一瞭解。其中包括汽車內部人機界面在長期操作後，相關人體安全的問題，以及使用者環境的探討。研究結果發現：

(1) 目前雖有些控制器設計不良，但人們會應用適應力加以克服。
(2) 人體的關節部位與進行重複動作的部位較易受損傷。
(3) 四肢較軀幹損傷頻繁。
(4) 安全帶雖具安全保障，但設計不良時亦有負面影響。
(5) 自排車改善一些四肢損傷的情形。
(6) 駕駛經驗與人體損傷有直接關係。

3. 汽車駕駛區配備對預防安全之研究： 現今小客車安全性設計已不足應付現況，乃由於駕駛者容易分心，及非疏忽性操作錯誤的預防性設計考量未臻完備，故

藉此研究作為汽車駕駛區配備設計的參考。其研究結果獲致以下幾點：

(1) 降低分心之誘因，如音響、電視及行動電話等。
(2) 降低操作的困難度，如動力方向盤、電動後視鏡、排檔桿間隙與力矩設計、腳踏板的間隔與高度。
(3) 加強內裝材質之緩衝性，如安全帶的適當伸縮性、方向盤的自動匱縮、安全氣囊的裝置等。
(4) 改善腳部空間分配，如左右腳空間的平均分配、提高腿部空間、膝部防撞材質。
(5) 可調整座椅。

4. 視覺訊號辨識反應能力之研究：探討人類對設定之視覺訊號及顏色之反應速度，及其與性別之關係。實驗結果顯示：訊號之顏色、大小對人類視覺有所影響。訊號愈大，反應時間愈快，顏色則以紅色及橘色對人類產生最大的感受力，所以反應時間較短。綠色對人類而言不易察覺，所以反應時間較長。男女對顏色、大小辨識的差異，大體言之，女性具較細膩之感受，故其反應時間皆快於男性。

5. 駕駛者頭部與機車安全帽之適配性研究：

本研究共分三部份，第一為現有市場之安全帽計測；第二為駕駛者頭部相關尺寸之量測；第三為駕駛者在穿戴安全帽前後之視覺與聽覺之感官功能計測。研究結果顯示：安全帽之內寬度與人體頭部兩耳珠點距之不適配是造成駕駛者頭部壓迫感的主因。穿戴安全帽之視角減少約7%，駕駛者聽覺則受嚴重干擾。

6. 機車煞停操作反應與尾燈設計之研究：本研究探討機車尾部煞車燈在不同大小、高度下視覺之效率，以尋求最佳煞車燈之人因工程設計準則。

7. 汽車後燈調查與方向盤和儀表板間視覺干涉之研究：

結果發現同時裝設傳統煞車燈與第三煞車燈是較理想的設計。另外，若設計採可調式方向盤應注意配合操作的舒適性與視覺的良好性，需充份配合座椅移動曲線定義出儀表板可視面積與範圍大小，配合手部操作的舒適工作域。此外方向盤的內肋骨亦應詳細規劃，以免妨礙視線。

高齡化駕駛員之安全議題

主講人：紀佳芬

1. 以交通意外死亡的統計資料顯示探討高齡駕駛問題的重要性：

不論是駕駛者或行人，交通意外事故愈益嚴重。另由於臺灣即將步入高齡化的社會，因此高齡駕駛成為不可忽視的問題。而且從民航飛行員年齡與飛航事故分析亦可看出其重要性。其次，意外事故的環境，亦增加高齡駕駛者或行人的不安全，如不良道路設計、駕駛環境、不適當的路標、照明及不預期障礙等使高齡駕駛問題更形嚴重。研究顯示：高齡者發生事故，將引起較嚴重之傷害與併發症。而視覺、認知、注意能力降低，交通系統設計主要以身心健康及年齡較輕之駕駛為考量，均為造成高齡駕駛問題嚴重原因。

2. 由資訊處理模式探討與駕駛作業有關的身心功能：

由資訊處理模式影響駕駛作業安全性的因素如視覺能力的退化就是明顯的一例。視覺能力的退化包括動、靜態的視力、視野、深度感覺、暗視力、對眩光的敏感度、調焦力、辨色力等，此外聽力亦與輔助估

計時速、換檔操作有關。綜合言之，影響駕駛作業安全的因素包括：

(1) 視覺感官能力
(2) 處理資訊的能力
(3) 預計與估計交通路況的能力
(4) 分時作業的能力
(5) 認知運動協調的能力
(6) 權衡速度與謹慎的能力

3. 改善高齡駕駛的措施：

(1) 篩選：以迅速、有效而低成本的方法，取消高危險群駕駛者的駕駛資格。例如駕駛危險性超過某一特定限度的高齡駕駛，或以視覺測試、認知型態、選擇性注意、反應時間測試，以獲取資訊、認知、運動協調的能力。

(2) 教育訓練教育駕駛員：例如接受訓練過程後，可減免保費。

(3) 車輛控制器與顯示器的設計：例如儘量降低視覺負荷、利用多重感知的方式、強調刺激與反應間的相容性、避

免高難度或複雜的操作、提供明確的回饋。

(4) 道路標誌標線的設計：例如改善並簡化所有的標誌與指標；提早警告、重複設置路標，使所有駕駛者有足夠時間閱讀資訊並決定相關動作；字體大小、位置、可讀性、間接照明、鮮明顏色或亮度對比。

4. 建議：

(1) 分析整理資料，找出致災的人為因素與道路環境。

(2) 加強限制與檢查。

(3) 車輛設計。

(4) 簡化路標。

(5) 有效的訓練技術與方式。

(6) 便利的大眾運輸系統的提供。

酒後駕車與交通安全事故

主講人：謝光進

1. 酒精含量的量測方式：
   (1) 消耗量的量測
   (2) 體內含量（BAC）（酒精量／總血量）
   (3) 酒精呼氣量

   其換算方式為：BAC=100%×g/ml，故一公升血液中有一公克酒精約為0.1%BAC， 即2100公升的呼氣中，有一公升酒精含量。

2. 酒精之生理過程及對人員之影響：

   (1) 身體酒精含量與時間的關係
   (2) 宿醉效應與生理反應
   (3) 自動控制行為的喪失
   (4) 情緒的影響
   (5) BAC 愈高影響與大
   (6) 體內酒精使車禍致死率高約3.85倍
   (7) 對績效的影響

3. 與酒後肇事有關之交通事故研究說明：酒精為所有交通事故中最重要的因素，根據過去的文獻中發現：單一車輛碰撞，55

% 因酒後駕車；至於多部車的車禍則佔了45% 。由於酒後駕車造成約一半的死亡車禍。

4. 反制酒醉駕車的措施—飲用者個人為主的措施

5. 反制酒醉駕車的措施—社會環境為主的措施

6. 減少酒精消費的方法　(1) 立法懲罰
(2) 提高價格
(3) 使其不易取得
(4) 減少廣告

飛航系統之人因工程議題

主講人：許尚華

1. 人員在飛航安全上之重要性：人為錯誤造成飛航事故的主因，所佔比例有逐年增加之趨勢。人為疏失的特性為通常由一連串事件累積而成，它僅是事故的表徵，而非成因，其成因乃系統所構成之元素以及環境間之交互作用產生不良所引起。唯有由作業的本質來探討各因素間的互動，始能正確判斷了解人為疏失的肇因，提出有效的防制措施。

2. 人員操作特性及人為疏失之型態：

(1) 飛航駕駛員：以飛航任務區分，起飛、進廠、落地三階段佔失事比例最高。

(2) 飛航管制員：依作業內容，其人為疏失可分為管制與溝通；依發生原因：可分為注意力、判斷與溝通。

(3) 飛機維護人員：作業內容為檢視、檢查、偵錯、更換、修理、調整、保養。人為疏失

則分為三類。

3. 人為疏失肇因

(1) 系統功能設計：包含因自動化產生之人因議題及人員作業程序設計與分工負荷。

(2) 人機界面：包含顯示器、控制器、工作空間佈置與程序書、地圖、圖表。

(3) 人員本身：包含生理心理狀態、警戒度、壓力、人員選訓、動機與工作滿足感等。

(4) 作業環境與管理：如組織文化與營運政策、排班等。

4. 有關飛航之人為疏失防制

(1) 在系統發展或採購階段：系統規劃採用以作業者為中心之策略、合理的人員與軟硬體間之適配關係、人員作業負荷的合理化。

(2) 在系統之運作階段：包含作業人員之甄選考核與訓練。

5. 安全規章制訂時應考慮之人因工程原理原則：

(1) 飛航系統驗證考慮到人的極限與能力，新型飛機之操控與警告顯示已開始降低。

(2) 自動化與人員作業銜接已具有相容性，自動化系統故障人員立刻接手，飛行員操作錯誤自動化系統可加補救。

(3) 作業分工合理化，律定正副駕駛角色扮演。

(4) 訓練依作業需求制度化，成立民航學校，訓練專業駕駛、管制與維修人員。

安全設施功能評估—安全帶與安全氣囊

主講人：李永輝

1. 安全設施功能評估的方法：

功效定義：在某一特定程度的傷害下，因使用該設備而下降之傷害比例。

2. 安全帶、安全氣囊、與機車安全帽之整體效益評估

安全帶----------42.1 ± 3.8（駕駛員）
39.2 ± 4.3（右前座乘員）
19.4 ±10.0（左後座乘員）
17.3 ± 8.7（右後座乘員）
安全氣囊---------17.0 ± 4.0
機車安全帽-------28.0 ± 8.0

3. 汽車安全之保護措施：

(1) 功能發揮於車禍發生時
(2) 吸收能量
(3) 主動式保護設施
(4) 被動式保護設施

4. 撞擊力學與傷害

(1) 材料之強度

(2) 人體之生物力學

(3) 撞擊與速度的關係

5. 安全設施功能評估的困難點

(1) 隨傷害程度降低，傷害數目劇增。

(2) 配帶安全帶之駕駛行為較為保守。

(3) 配帶安全帶與否之駕駛者的駕駛行為有相當大的差異。

(4) 配帶安全帶之調查數據的可信度。

(5) 配帶的正確性。

6. 安全機制：根據文獻指出，彈出車外死亡之比率為內部撞擊之3.82倍；且有25.27%因未配帶安全帶而被彈出車外致死，故未被彈出其生還的機率為18.7%，則安全效益為42.1% - 18.7% = 23.4%。

7. 影響安全設施功能的其他因素：主要為駕駛者的年齡，年輕駕駛者的安全效益較高。使用安全帶時，不同撞擊方向的效益均有差別。

8. 安全氣囊功能與亟待改善缺失與人因工程考量：如充氣時間、使用

的受傷比率、無法防止彈出、應與安全帶一併使用等。

9. 應用於駕駛舒適與安全研究之生物力學方法簡介

(4) 視覺優先性，即人員通常偏向以視覺形式處理訊息。但視覺可關閉，聽覺則否。

(5) 重要訊息最好以視覺方式表示，聽覺訊號則作為警告與特別提示之用。

(6) 聽覺警告刺激會使其後的刺激反應加速。

3. 訊息需求與績效：訊息的錯誤處理常常由於訊息輸入的不當或不足，如複雜的道路、夜間或雨霧中行車，異常狀況，處理能力不足，如反應太慢，負荷過重，如生理、心理因素，因緊張、情緒、經驗、狀況等使感覺或判斷錯誤，生理異常，如生病、藥物反應、酒醉等原因。

4. 公路交通安全品質評估：包含硬體品質、軟體品質與交通標誌號誌系統之管理。

高速鐵路列車之人因工程設計議題

主講人：許勝雄

1. 高速鐵路列車之人因工程設計：高速鐵路列車系統所涉及人因工程設計者，一是與乘客有所關連的客車廂及車站設計，包括與其它運輸系統之界面，其次是與工作人員有關連的駕駛艙與行控室設計。本計畫僅限於客車廂與駕駛艙的人因設計問題。

2. 高鐵乘客搭乘行為與服務需求之分析：以作業分析概念，詳細確認乘客進出車廂與搭乘過程所可能發生的活動、狀況、問題點等等，以抽繹出在硬體設計上及管理措施上（如：站票、行李攜帶）的指引或涵義。

3. 高鐵列車組設計有關的人體測計數據之釐定：車廂之設計有關尺寸所需要的測計項目之確認，以及因應乘客個別差異與年代變動（今後十五年間）問題，而進行的測計數據之推估或釐定（包括駕駛員人體測計值）。

4. 高鐵客車廂視覺傳播系統設計指引之建立：行車資訊需求及顯示、設備之座落／狀況及操作說明、乘客與列車組員間溝通需求（如緊急警報使用場合）等，考慮國人認知（中文環境）與國際化（英文及通用圖形化），研究其意符（所使用的符號或文字）與意涵（所擬表達的意思與所被理解的意思）間的符應程度；其目的或獲得具體意符設計特徵，或建立參考用的意符設計指引，或作為發展多種設計方案間（合約廠商所提供者）篩選的評鑑檢核表。

5. 高鐵列車停靠快速上下車問題及其對策：二分鐘停站時間係高鐵列車行車過程中的關鍵事項，以工時學（工作研究、時間動作研究、工作改善）概念探討其間的問題點，而尋求在車廂設計上的對應措施，以確保快速而安全的上下車事項。

6. 高鐵客車廂人因工程設計評鑑檢核表之編製：根據前述資料以及各種人因設計檢核表，發展編製高鐵車廂特用的檢核表，包括座椅、車門、走道、行李架、廁所、殘障設施、資訊顯示、廂內環境與其他方

便設施等，俾便運用於設計過程中的二、三個時點，評鑑最終成品之符合人因工程原理或要求的程度，並可據以提出改善建議。至於駕駛艙設計的人因工程應用固然重要，我國目前較無條件進行原初性的開發研究，可就廠商所提供的資料進行覆核性的評估研究。一則檢討有無中外不同的問題而尋求對策，再則帶有技術移轉性地充實我國的人因工程應用經驗。

7. 高鐵列車駕駛的作業條件與要求之初步分析：以作業分析概念，詳細確認整個操作過程中作業條件所形成的關鍵要求（資訊超載、反應時間緊迫、可能的人為失誤等），兼及與現有車種駕駛經驗的正面遷移與負面干擾之處，且嘗試推斷駕駛人員培訓上宜注意之準則。

8. 高鐵駕駛艙人因工程設計檢核表之編製：根據前一資料以及各種人因設計檢核表，發展編製高鐵駕駛艙特用的檢核表。其內容包括座椅、駕駛檯、艙內環境、與其他周邊設施等。

參、問題研討

問題研討內容主要係針對國內實際的交通運輸安全問題進行探討，由所內同仁提出處理交通運輸安全問題時的經驗與困難，並交換大家對問題的了解與解決經驗，希望將國內交通運輸安全問題與人因工程知識之應用加以結合。

根據研討主題的不同，可將各項問題依交通運輸安全與人因工程的關係區分為五大類，包括：1. 駕駛行為、回饋與人為疏失，2. 訊號認知與處理，3. 生理反應，4. 駕駛姿勢與力學，5. 個別交通系統與人因工程。以下將就此五大類依序提出所研討的問題。

1. 駕駛行為、回饋與人為疏失

◎問題：緊急狀況下，人的處理方式是屬於序列式或同時動作的方式？

＊回答：可能與個人的事件處理經驗與熟練度有關，依據訊息處理模式應會採取序列的方式，主要視其記憶的模式而定。

◎問題：目前有許多路口設置大型的電視牆，且設置位置通常在極為醒目的地方，嚴重造成駕駛人分心，影響行車安全，是否可由法令的制定加以規範？

＊回答：制定可行的遊戲規則，如限定其於十字路口離地面的最低高度等，目前高速公路有相關規定，一般道路則無。

◎問題：以煞車輪胎痕跡來建立一套資料庫作為交通事故鑑定的參考，是否牽涉人因的問題？

＊回答：此研究屬於功能的評估，屬於車與環境的介面問題，可先行探討駕駛員踩煞車之行為面的問題，再行探討煞車行為中所隱含的駕駛心理問題。

◎問題：有關 ABS防鎖死煞車系統的研究中，在煞車減速度時，對駕駛者在心理、生理有何影響？煞車行為是否有所改變？是否增加駕駛者的駕駛冒險性而較有恃無恐？

＊回答：待實驗驗證。

◎問題：女性駕駛者反應時間是否較男性為慢？

＊回答：一般均認為主要是動作時間的差異，至於認知與辨識時間應無性別上之差異，因此有關對標誌反應時間的研究結果，可能不適用於號誌的回歸反射問題上。

◎問題：目前許多民航機駕駛員均為由軍方轉業，兩者的駕駛行為是否存在差異？

＊回答：對以安全為最高原則的民航機與以戰鬥能力為主的戰鬥機駕駛員，如何做適當的學習遷移，應有一套標準的規範以進行其駕駛行為的修正，使原先不安全的行為由安全行為加以取代。

2. 訊號認知與處理

◎問題：有關號誌辨識的問題，捷運系統、高速鐵路系統、台鐵系統三者之間是否有其共通性？另外，速度所造成視覺行為的差異是否會影響其號誌設計差異與辨認績效？

＊回答：待實驗驗證。

◎問題：目前已規定自八十四年七月一日後，小客車強制加裝第三煞車燈，但有關大卡車加裝第三煞車燈的效益如何？

＊回答：國內尚無此規定，國內施行的可行性及效益如何應再行評估。

◎問題：民眾反應閃光式煞車燈是否較佳？

＊回答：由於屆時所有車子煞車燈閃爍將造成視覺環境的混亂，反而影響行車安全。而且一般閃爍號誌代表緊急，如救護車、警車、消防車等，兩者應做適當的區隔。另一原因為避免與方向燈混淆。

◎問題：有人主張將煞車壓力轉換為煞車燈的亮度，以人因工程之觀點為何？

＊回答：此方法可能未考慮個人的視覺能力差異，如弱視者則不適當。因此，對第三煞車燈而言，紅色定光、有或無的選擇因減少認知與辨識程序，可能是最佳的設計。

◎問題：交通標誌中，主牌、副牌常增加駕駛的視覺負荷，是否有必要性？

＊回答：通常希望要求簡單明瞭，但有時必要時可用副牌作必要的輔助說明。

◎問題：部分已經國際化之標誌在國內認知不佳，是否由於較少見或民族性的認知差異？

＊回答：認知差異可能是原因之一，另外可能與各國實際交通狀況有關，應從事後續的研究。

◎問題：深夜與下午五至七點兩時段為最高的交通事故發生率的時段，如何從人因工程的角度加以改善？

＊回答：視覺環境的混亂為可能原因之一，另外尖峰時間可能有其影響，但最重要原因可能由於視覺行為的差異。薄視，造成動態視覺能力的降低，造成視力無法適應的問題，而使肇事率提高，值得再深入研究。

◎問題：號誌標示設計的考量因子為何？

＊回答：根據文獻指出，位置與形狀可能是較影響反應時間的因素，至於面積大小對其影響程度如何？國外規定第三煞車燈的發光面積須為29平方公分以上，至於在該面積以上時的反應時間如何，應再進一步探討。另外，在號誌設計時，可利用人因工程中有關的備餘通路觀念加以設計，如三相燈號除了以顏色提供行或停的訊息外，亦可用位置進行編碼，可利於色盲者的辨識，聲音的輔助也可提供色盲者多一層的訊息。也有人提出以圖形代替位置作為訊息的提供，但符號的學習一般比顏色困難，且解讀錯誤率亦較高。

◎問題：根據中華民國運輸協會建議指示號誌系統分別以預告、實際指示與確認加以設計，然而如此的設計是否會造成駕駛者視覺的負荷過重，反而忽略應注意的重要標誌訊息？

＊回答：重複設計的適用場合與情境應加以規定，在某些路況上可能並不適用，例如兩個相鄰很近的路口，其號誌的設計應因地制宜。

◎問題：在多號誌與單一號誌的情況下，駕駛者的搜尋行為有何差異？

＊回答：一般而言，與其將號誌擠成一堆，寧可將比較重要的號誌，如禁止號誌設計於紅綠燈之旁，以顯示其重要性，並較易被搜尋。另外，搜尋的難易度可能與距離有關，其他如廣告招牌、廠商標誌亦會造成影響，是否可考慮將不同訊息在不同距離顯示給駕駛者，以分散其視覺負荷，此牽涉到路標合併問題，須加考量。

◎問題：通常指示標誌的面積反而比禁止標誌的面積為大，是否矛盾？

＊回答：就注意力而言，位置比面積大小有更大的影響，另外是否可用實證的方法，得知駕駛者在不同情況下其上限的標誌數目與標誌的最佳組合，以作為設計的依據。

3. 生理反應

◎問題：職業駕駛員之工作如何規範？

＊回答：可考慮自輪班制度之建立著手，職業駕駛員之作業輪班應以公平性為原則，並考量人員的生理適應性，如生理節律，換班頻率及睡眠時間之影響等問題。

◎問題：在探討視覺行為時，錐狀體對紅色、綠色的反應時間何者較短？

＊回答：由於自然界以黃、藍色居多，因此紅色可能有助於注意力的獲取，因此設計時紅色常被用以代表緊急訊號，因此在認知層面上可能較快，至於反應時間是否較快則較不確定。

◎問題：CIE 色系轉換值為負的有何影響？

＊回答：主要為方便應用交通號誌顏色時的考量。

◎問題：回歸反射為何會有衰竭現象？

＊回答：主要原因為塑膠基底變質，造成漫射或反射減少，另外玻璃由於為流體塑膠，內壓力大，容易造成潛變，使其真圓度失真，影響回歸反射的品質。

◎問題：CNS　4345,有關反光面之回歸反射係數與強度等，其實驗方法可否用於其他的交通號誌？

＊回答：由於反光面與貓眼所考量的因素不同，如貓眼為一點光源，不重視其反射面積；至於埋設於地上的反光面，其物理能量可能一致，但其吸引駕駛員注意力的能力是否一樣？有時由於網膜的負荷過大，造成不同的超光特性，其生理的反應並不相同。

◎問題：航管人員的人因議題為何？

＊回答：就航管的角度而言，硬體設備與人員的配合，人員的動機、待遇、工作態度、技術，乃至於輪班的情況、心理的負荷及生理反應等，均影響航管的品質，值得作進一步的研究。

◎問題：目前所存在的駕駛體檢是否能對高齡駕駛問題作一考量？

＊回答：視野範圍與穩定度測試對高齡駕駛者的駕駛績效影響須重新評估，高齡駕駛者在駕駛時，其視角是否縮至最小，可作為限制駕照發放或禁上高速公路的依據。

4. 駕駛姿勢與力學

◎問題：國外進口小汽車其座椅雖為可調式，但其調整的範圍是否適用於東方人？

＊回答：目前有關東方人的資料已由清大的游志雲教授主持之國科會人體計測計劃蒐集中。

◎問題：在探討長期或長途駕駛造成的身體疲勞時，究竟是車子座椅或周邊設計不良，或是駕駛者本身姿勢的不良？

＊回答：好的座椅設計應是提供駕駛人一個充分的調整空間，而不是固定駕駛者一個良好的駕駛姿勢，理論上並無一個良好的姿勢是可以永久維持而不變動的。因此，長期或長途駕駛造成的身體疲勞應是人車不適配的結果，而非單單是車子座椅設計不良或是駕駛者本身姿勢不良可以單獨解釋。

5. 個別交通系統與人因工程

◎問題：人因工程概念應用於交通運輸安全，是否需經由試驗驗證？

＊回答：一般而言，通常需經由實驗加以驗證，至於各研究方法的優缺點與限制請參考講義內容。

◎問題：目前所內有一年度計劃：白天車輛頭燈對交通安全的影響，何種研究方法較可行？

＊回答：可利用實驗與控制的方式，對有與無的狀況作一效益評估，另亦可由調查法加以探討，長期追蹤某些固定的樣本加以觀察。

◎問題：國人對標誌不遵守，視若無睹，是否有具體方案解決？

＊回答：基本上可導源於國內交通號誌的權威性缺乏，可利用與保險制度結合、罰則與違規行為的相關、道安講習的規範、考照時對號誌認知的加強，並將駕照考試漸漸回歸至道路駕駛。

◎問題：有關汽車的安全設施中，安全氣囊與ABS防鎖死煞車系統之本土化的問題？

＊回答：應從事如第三煞車燈之效益評估，以了解其是否適用於本國的道路狀況，並與國外進行比較。

◎問題：機車保險桿是否有存在的必要？

＊回答：若經評估後發現有其安全效益或有相關文獻的支持，則應可將其納入法規強制施行。

◎問題：安全帽造成視力與聽力的阻礙之影響程度如何？尤其其視角的減少在視線周圍而非中央，因此，就注意的明顯度與搜尋的明顯度而言，有沒有顯著的影響？當機車車速極快或極慢的情況下，其影響程度又如何？

＊回答：在設計安全帽時均應加以考量，以找出兩者的平衡點。另有關聽覺的失去率是否受音源的影響？其主要著眼於是否將影響其

反應的正確性。其次，由於安全帽的防風罩常造成視覺上的障礙，或造成夜間眩光，尤其當雨中行車時，對機車行車的安全性有極大的影響，一般建議對外部可用剝水劑加以防範，至於鏡片內部則可使用除霧劑增加視覺的清晰。

◎問題：標誌在國人駕駛習慣中並無權威感，如何改善？

＊回答：可利用在事故判定時的責任歸屬，建立號誌的權威，加強國人對標誌的遵守習慣。

◎問題：佩帶安全帶的效益如何？

＊回答：在研究配帶安全帶的效益評估時，應注意其效果與駕駛者的駕駛行為效果混雜，此點可由各文獻上相互矛盾的結果加以證實。故對於類似的實驗結果，在解釋運用上應特別小心謹慎。

6. 總結

目前所內進行業務許多與人因工程有關，例如無障礙行動方針，對殘障、視障，或其他能力喪失之人士進行更周到的運輸與安全考量；可變標示系統的裝置；職業駕駛人員的排班與績效的設計；老年人交通事故的預防等，均可視為所內的重要發展業務。另外，不同系統間的相容性亦應加以考慮，如高速鐵路若採德、日、法三者之中之任一系統，則有關駕駛員之駕駛邏輯關係、訓練手冊的編排、作業習慣與駕駛手冊的說明方式，將是駕駛者能否勝任駕駛作業的關鍵，因此須進行人因工程的評估。其次，人因工程介入交通運輸安全的時機，應自系統設計時開始，一方面了解人的特性，一方面了解系統的特性，然後尋求一最佳的適配。將交通運輸安全與人因工程加以結合，使日後對於交通運輸安全

問題的解決上，能從一個更寬廣、更周全的角度出發，以獲得更合乎駕駛人、用路人身心需求與人機適配的解決方法。

肆、交通運輸安全建議研究主題

由研習會之主題、內容、及討論方向可知，與交通運輸安全相關之人因議題，和人的視覺行為、認知能力、反應行為、及生理能力有關。而上述人的各種功能，又因個人差異，如人體尺寸、年齡、性別習性而有所不同。再加上道路環境、視覺環境與天候等環境因素之影響，使得人與交通運輸間之介面問題更顯複雜。

綜合研習內容，參與者經討論後提出下列人因工程與運輸安全有關之議題，可作為發展本土性應用研究的參考：

1. 駕駛行為、回饋與人為疏失：

＊國人的駕駛行為為何? 是否可以冒險指數加以評估?

＊駕駛訓練對交通安全的影響

2. 訊號認知與處理：

＊人因工程在交通安全設施與號誌設計準則之研究

＊高鐵司機員對不同車速下距離與號誌組合之認知與反應績效之探討

＊燈光號誌的統一化與簡化之研究

＊路標的人性化設計—訊息量、中文顯示與設置位置的探討

3. 生理反應：

＊反光標誌與反光標線器材(如貓眼)之光學測定與視覺標準制定

* 高噪音公車對公車駕駛員之生理反應及駕駛績效的影響
* 汽、機車駕駛者明視、薄視、暗視中，視覺機能影響駕駛安全性之研究與人—機—環境系統之應用設計
* 影響飛航作業績效之因素：藥物、酒精、績效缺陷
* 飛航工作負荷評估與分配

4. 駕駛姿勢與力學：

* 高速公路長途及長期汽車（大、小客車；大、小貨車）職業性駕駛者人—機—環境系統安全性與舒適性之研究及應用設計
* 人體測計值如何應用於安全帶、安全氣囊設計，以強化其安全設施功能，避免潛在危險

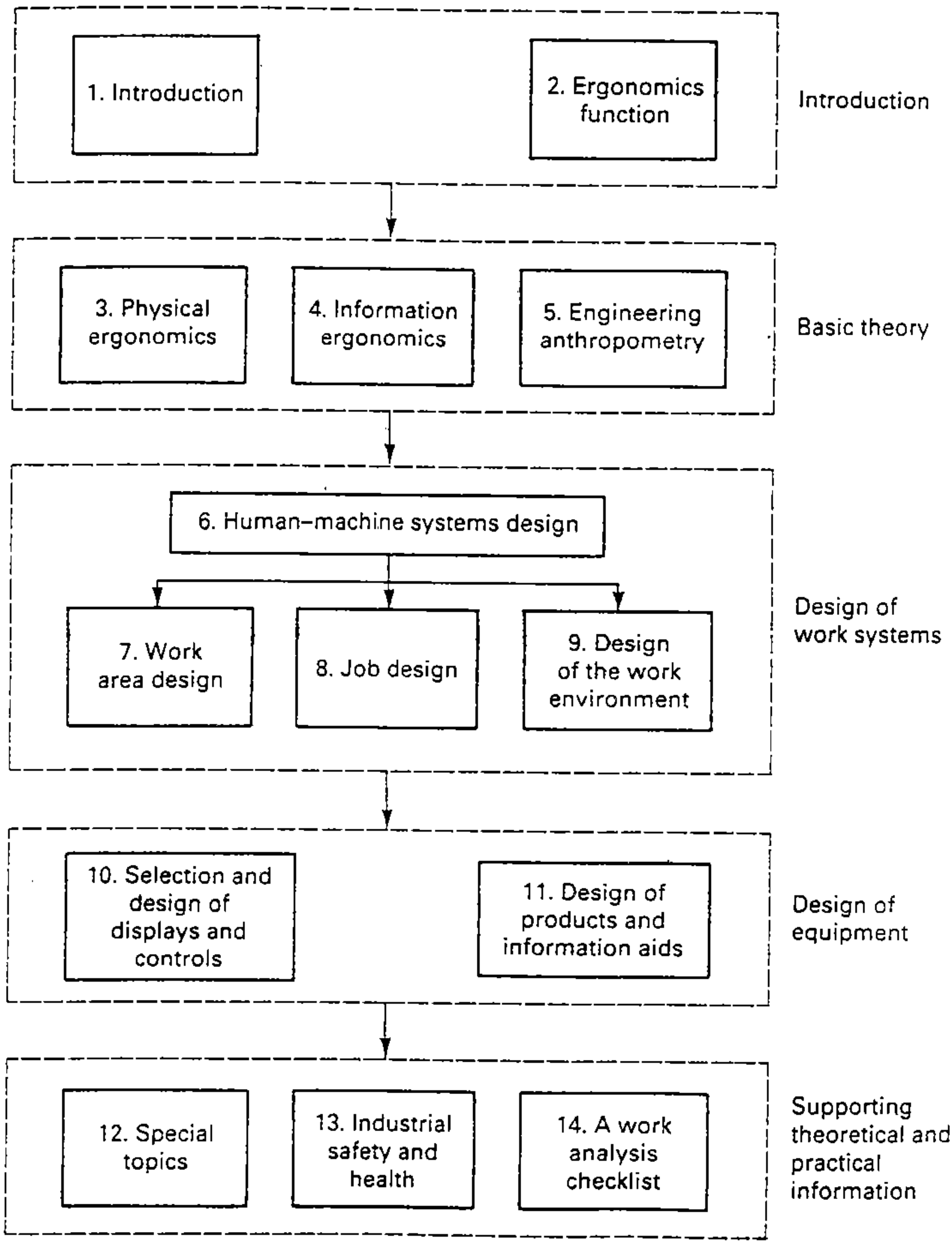
5. 個別交通系統與人因工程：

* 飛航人員甄選與考核：績效標準與測量體系之建立
* 低成本飛安訓練工具的開發
* 捷運木柵線的搭乘與行控之人因評鑑
* 高鐵車站設計之人因工程考量

附錄一

Introduction — Goals of Ergonomics

CHAPTER FLOW



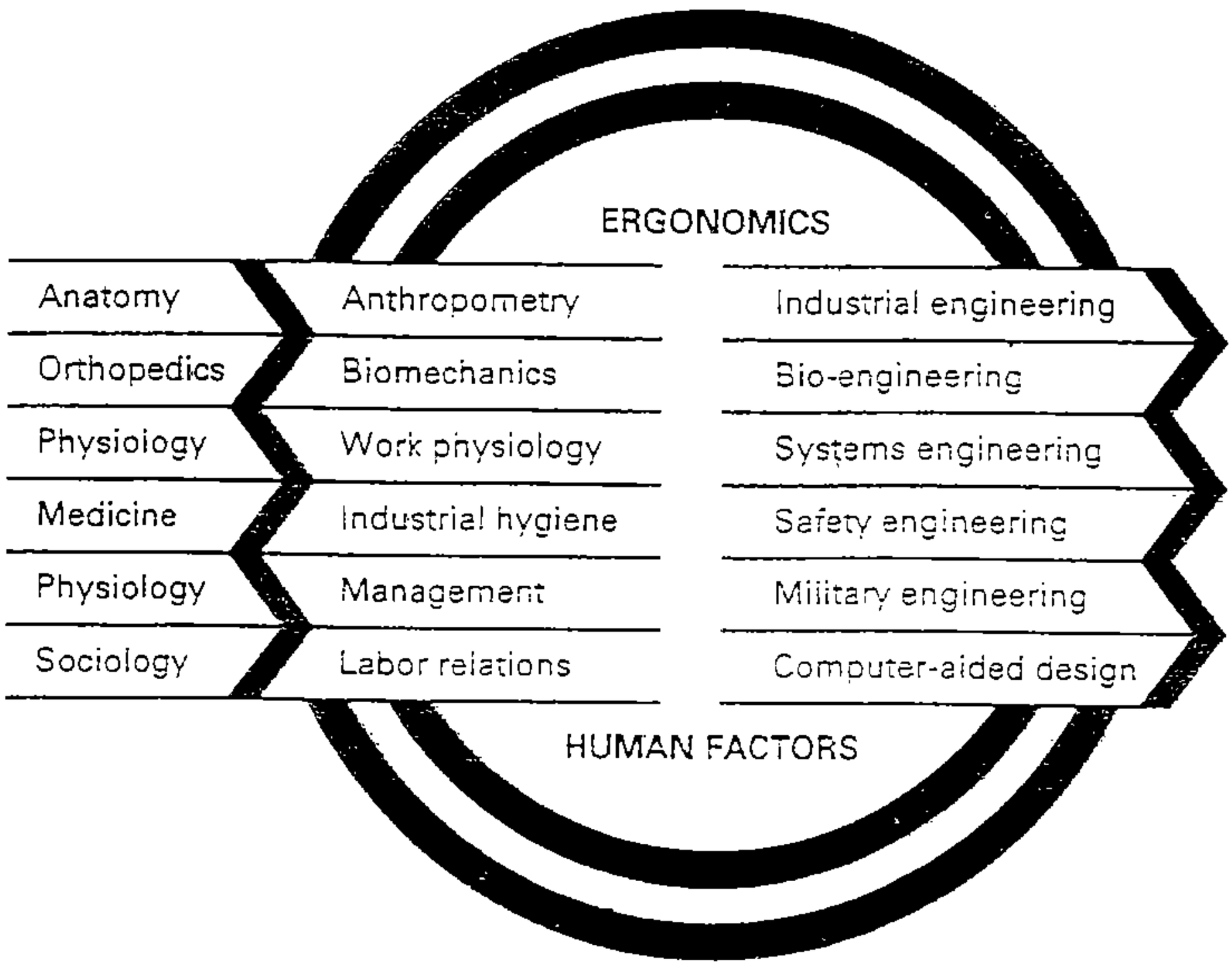
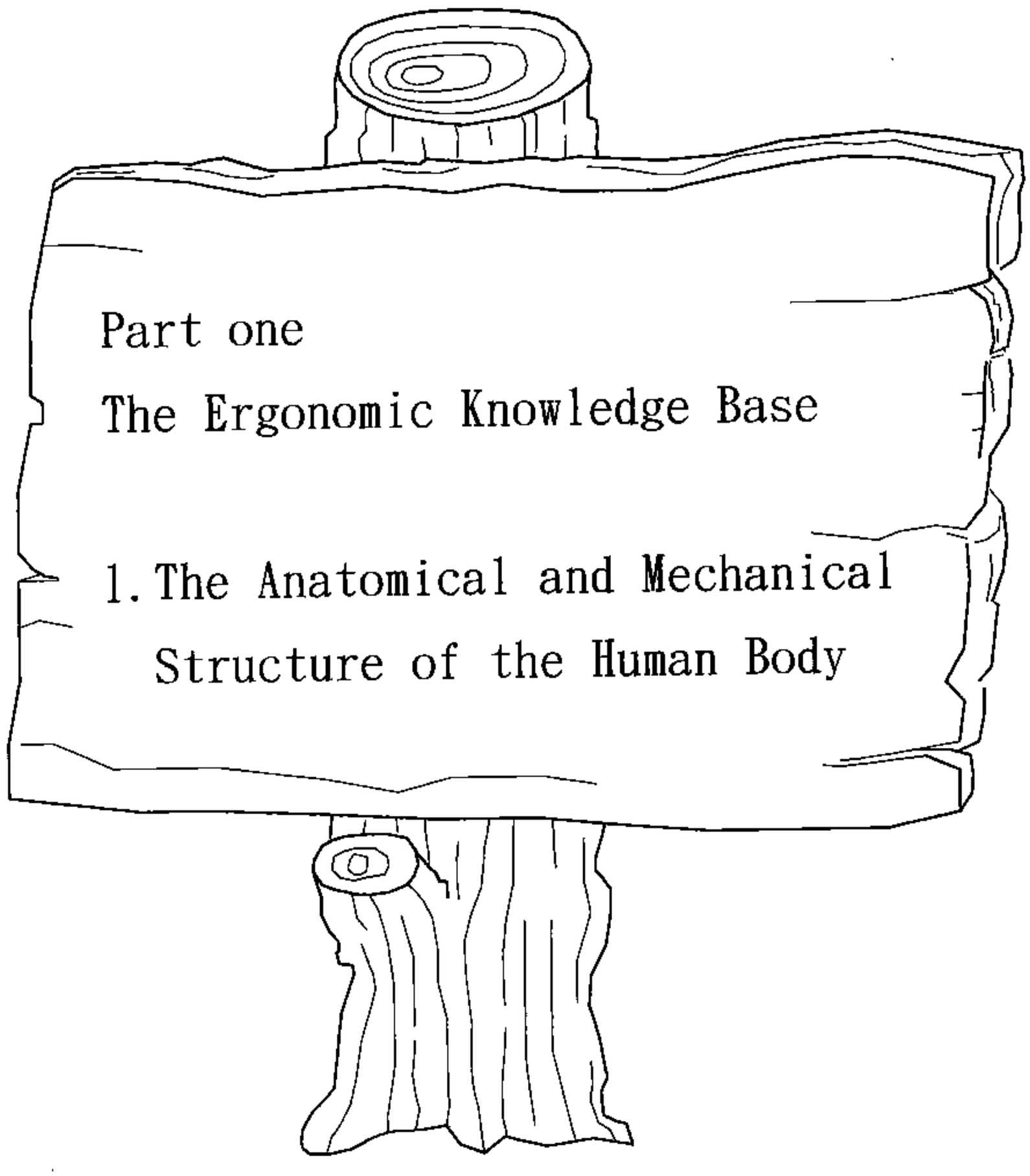


Figure 1. Origins, developments, and applications of ergonomics

TABLE 1. ERGONOMIC SOCIETIES

Country/region	Founding date	Membership	Population (m)	Members per m
Australia	1964	613 (1991)	17	36
Austria	1976	42 (1990)	7.5	6
Belgium	1986	140 (1991)	9.9	14
Brazil	1983	244 (1988)	143.3	2
Canada	1968	366 (1991)	25.6	14
China	1989	300 (1989)	1096	0.3
CIS	1989	434 (1990)	288.8	2
Colombia	1987		30.7	
Denmark		1063 (1991)	5.1	208
Finland	1985	110 (1991)	5	22
France	1963	531 (1987)	55.2	10
Germany	1958	700 (1991)	76.6	9
Hungary	1987	90 (1988)	4.6	20
India	1987	100 (1991)	900	0.1
Indonesia	1988	120 (1988)	176.8	0.7
Israel	1982	120 (1992)	4.3	28
Italy	1968	215 (1990)	57.2	4
Japan	1964	1558 (1989)	121.4	13
Korea (South)	1982	250 (1988)	43.9	6
New Zealand	1986	119 (1992)	3.3	35
Netherlands	1963	604 (1992)	15	40
Norway		147 (1991)	4.2	35
Poland	1977	100 (1990)	37.5	3
Singapore	1988	36 (1990)	2.6	14
South Africa	1984	107 (1988)	34.3	3
South East Asia	1984	86 (1990)	250	3
Spain	1988	187 (1992)	39.6	5
Sweden		305 (1991)	8.5	36
United Kingdom	1949	1030 (1992)	56.5	18
USA	1957	4658 (1990)	242.2	19
Yugoslavia	1973	50 (1989)	23.2	2
TOTAL		14335		

SOURCE: Adapted from *Ergonomics* 35(11), page 1410, 1992.



Part one

The Ergonomic Knowledge Base

1. The Anatomical and Mechanical Structure of the Human Body

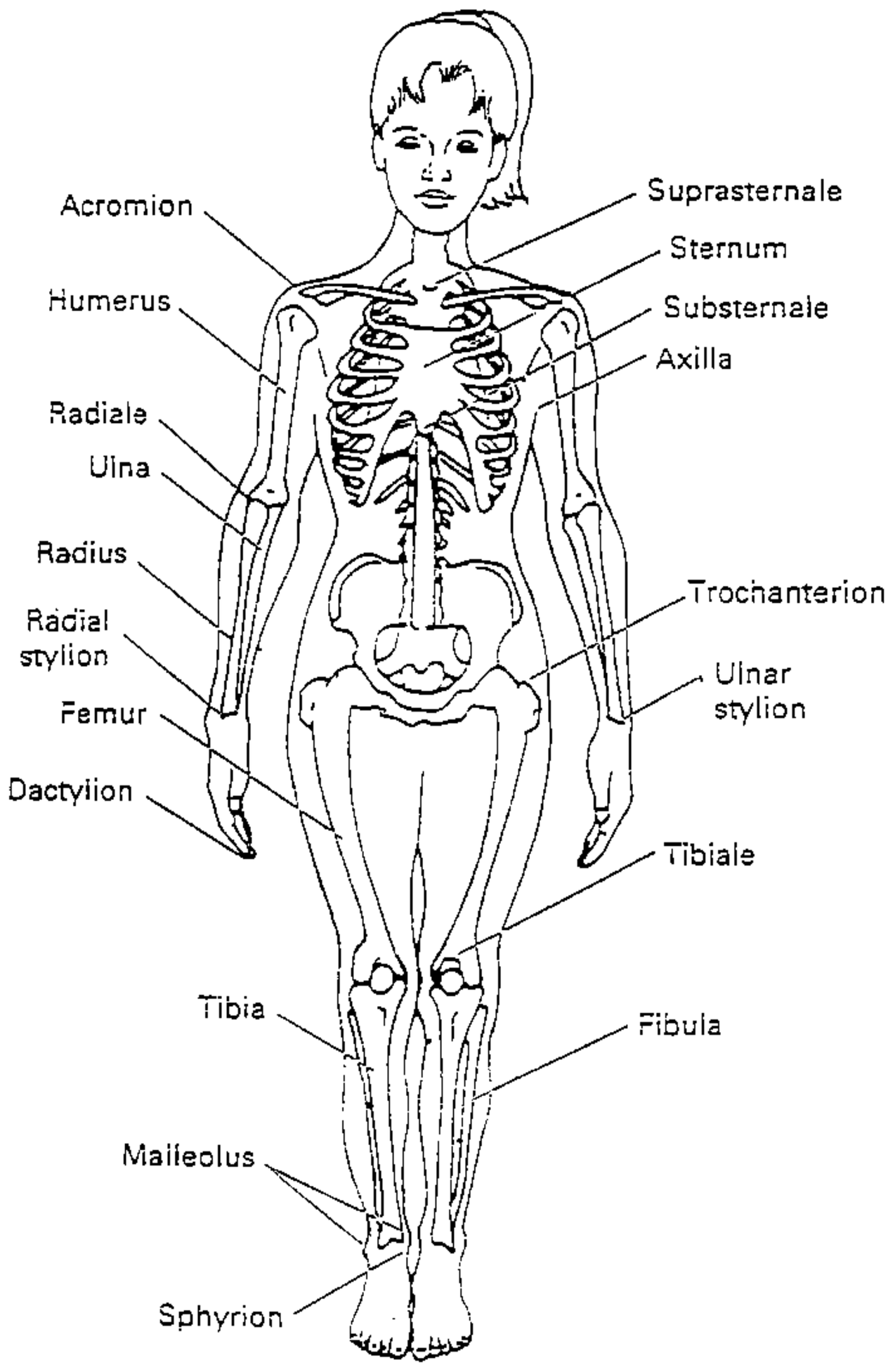


Figure 1-3. Anatomical landmarks in the frontal view. (From Kroemer, Kroemer, and Kroemer-Elbert, 1990, *Engineering Physiology: Bases of Human Factors/Ergonomics*, 2d ed. With permission by the publisher, Van Nostrand Reinhold. All rights reserved.)

TABLE 1-3. BODY DIMENSIONS OF U.S. CIVILIAN ADULTS, FEMALE/MALE, IN CM

	Percentiles			
	5th	50th	95th	SD
HEIGHTS				
(*f* above floor, *s* above seat)				
Stature ("height")[f]	152.78 / 164.69	162.94 / 175.58	173.73 / 186.65	6.36 / 6.68
Eye height[f]	141.52 / 152.82	151.61 / 163.39	162.13 / 174.29	6.25 / 6.57
Shoulder (acromial) height[f]	124.09 / 134.16	133.36 / 144.25	143.20 / 154.56	5.79 / 6.20
Elbow height[f]	92.63 / 99.52	99.79 / 107.25	107.40 / 115.28	4.48 / 4.81
Wrist height[f]	72.79 / 77.79	79.03 / 84.65	85.51 / 91.52	3.86 / 4.15
Crotch height[f]	70.02 / 76.44	77.14 / 83.72	84.58 / 91.64	4.41 / 4.62
Height (sitting)[s]	79.53 / 85.45	85.20 / 91.39	91.02 / 97.19	3.49 / 3.56
Eye height (sitting)[s]	68.46 / 73.50	73.87 / 79.20	79.43 / 84.80	3.32 / 3.42
Shoulder (acromial) height (sitting)[s]	50.91 / 54.85	55.55 / 59.78	60.36 / 64.63	2.86 / 2.96
Elbow height (sitting)[s]	17.57 / 18.41	22.05 / 23.06	26.44 / 27.37	2.68 / 2.72
Thigh height (sitting)[s]	14.04 / 14.86	15.89 / 16.82	18.02 / 18.99	1.21 / 1.26
Knee height (sitting)[f]	47.40 / 51.44	51.54 / 55.88	56.02 / 60.57	2.63 / 2.79
Popliteal height (sitting)[f]	35.13 / 39.46	38.94 / 43.41	42.94 / 47.63	2.37 / 2.49
DEPTHS				
Forward (thumbtip) reach	67.67 / 73.92	73.46 / 80.08	79.67 / 86.70	3.64 / 3.92
Buttock-knee distance (sitting)	54.21 / 56.90	58.89 / 61.64	63.98 / 66.74	2.96 / 2.99
Buttock-popliteal distance (sitting)	44.00 / 45.81	48.17 / 50.04	52.77 / 54.55	2.66 / 2.66
Elbow-fingertip distance	40.62 / 44.79	44.29 / 48.40	48.25 / 52.42	2.34 / 2.33
Chest depth	20.86 / 20.96	23.94 / 24.32	27.78 / 28.04	2.11 / 2.15
BREADTHS				
Forearm-forearm breadth	41.47 / 47.74	46.85 / 54.61	52.84 / 62.06	3.47 / 4.36
Hip breadth (sitting)	34.25 / 32.87	38.45 / 36.68	43.22 / 41.16	2.72 / 2.52
HEAD DIMENSIONS				
Head circumference	52.25 / 54.27	54.62 / 56.77	57.05 / 59.35	1.46 / 1.54
Head breadth	13.66 / 14.31	14.44 / 15.17	15.27 / 16.08	0.49 / 0.54
Interpupillary breadth	5.66 / 5.88	6.23 / 6.47	6.85 / 7.10	0.36 / 0.37
FOOT DIMENSIONS				
Foot length	22.44 / 24.88	24.44 / 26.97	26.46 / 29.20	1.22 / 1.31
Foot breadth	8.16 / 9.23	8.97 / 10.06	9.78 / 10.95	0.49 / 0.53
Lateral malleolus height[f]	5.23 / 5.84	6.06 / 6.71	6.97 / 7.64	0.53 / 0.55
HAND DIMENSIONS				
Circumference, metacarpale	17.25 / 19.85	18.62 / 21.38	20.03 / 23.03	0.85 / 0.97
Hand length	16.50 / 17.87	18.05 / 19.38	19.69 / 21.06	0.97 / 0.98
Hand breadth, metacarpale	7.34 / 8.36	7.94 / 9.04	8.56 / 9.76	0.38 / 0.42
Thumb breadth, interphalangeal	1.86 / 2.19	2.07 / 2.41	2.29 / 2.65	0.13 / 0.14
WEIGHT (in kg)	39.2* / 57.7*	62.01 / 78.49	84.8* / 99.3*	13.8* / 12.6*

*Estimated (from Kroemer, 1981).

Note: In this table, the entries in the 50th percentile column are actually "mean" (average) values. The 5th and 95th percentile values are from measured data, not calculated (except for weight). Thus, the values given may be slightly different from those obtained by subtracting 1.65 SD from the mean (50th percentile), or by adding 1.65 SD to it.

SOURCE: Adapted from U.S. Army data reported by Gordon, Churchill, Clauser, Bradtmiller, McConville, Tebbetts, and Walker (1989).

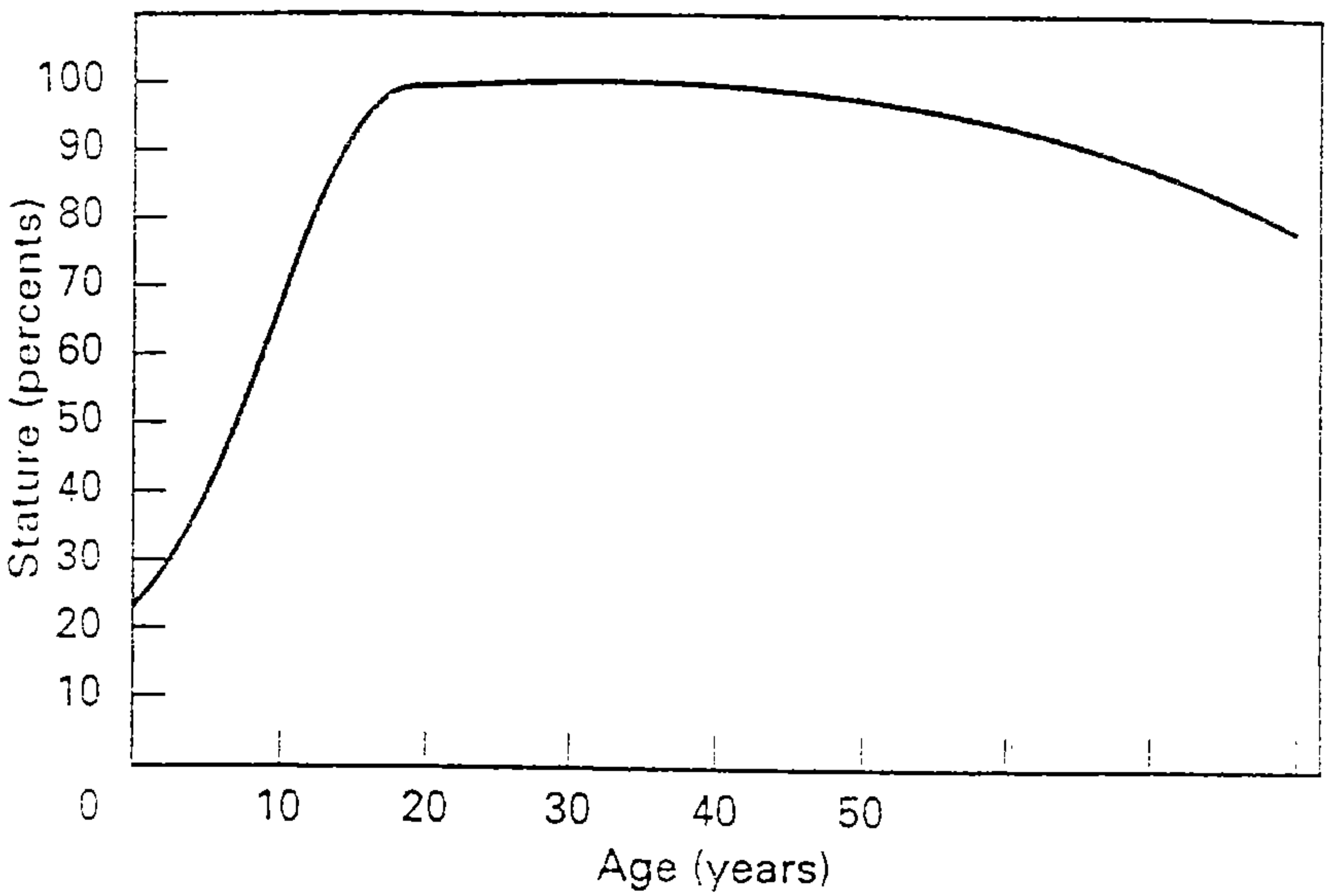


Figure 1-4. Approximate changes in stature with age.

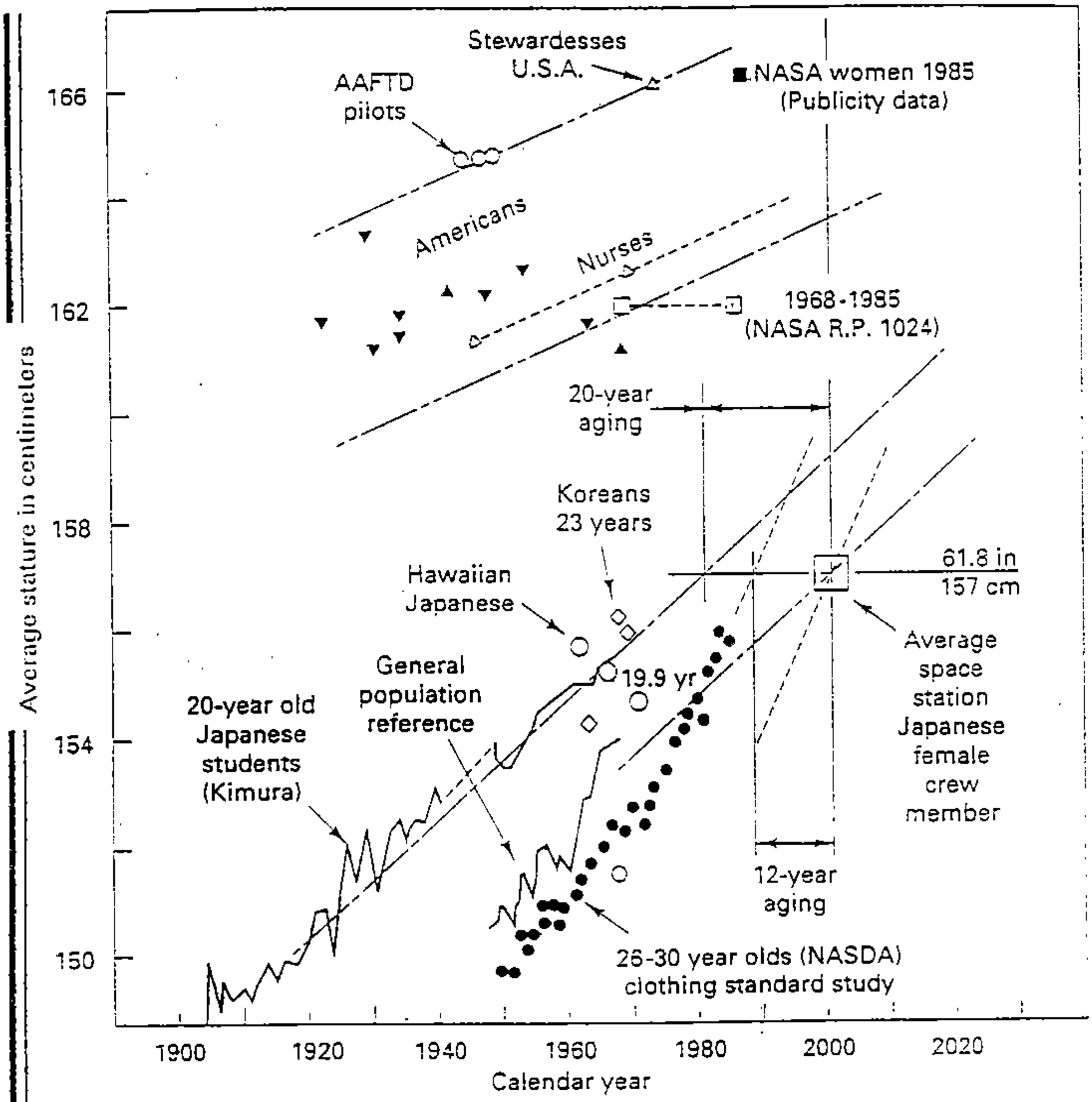


Figure 1-7. Predicted average stature for American and Asian women space crews (with permission from Roebuck, Smith, and Raggio, 1988).

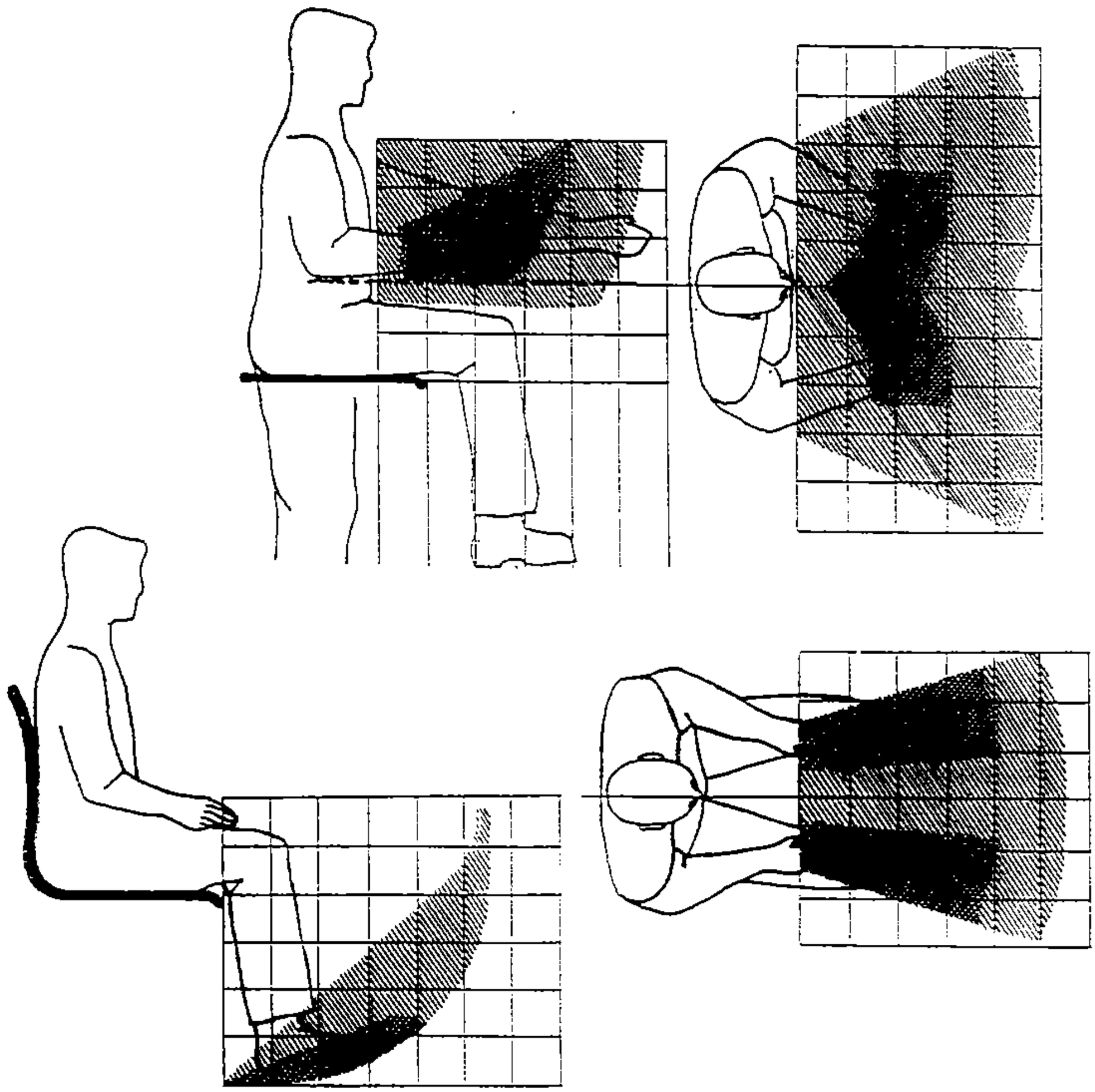


Figure 1-8. The concept of "preferred" working zones of the hands and feet.

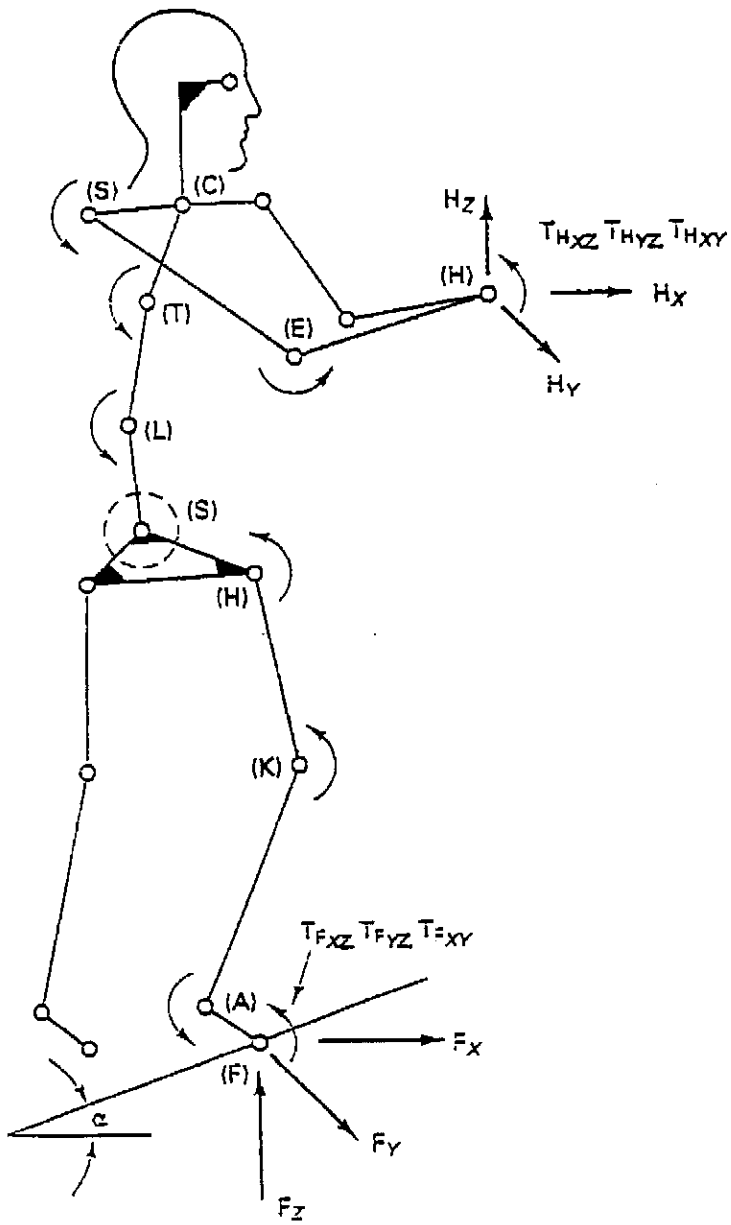


Figure 1-12. Human skeleton simplified as "links connected in joints" (H for hand, E for elbow, S for shoulder, etc:). (From Kroemer, Kroemer, and Kroemer-Elbert, 1990. *Engineering Physiology: Bases of Human Factors/Ergonomics*, 2d ed. With permission by the publisher, Van Nostrand Reinhold. All rights reserved.)

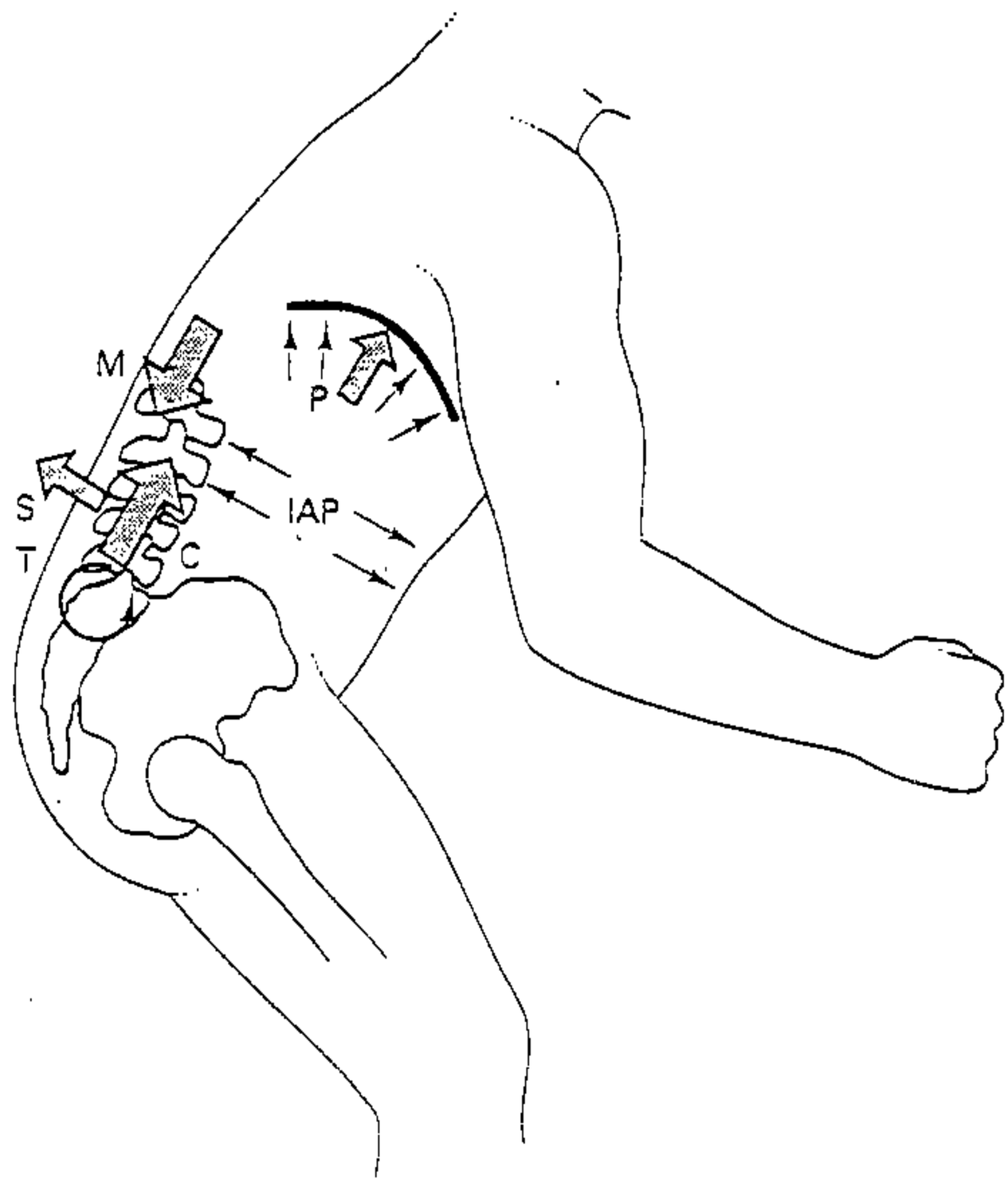
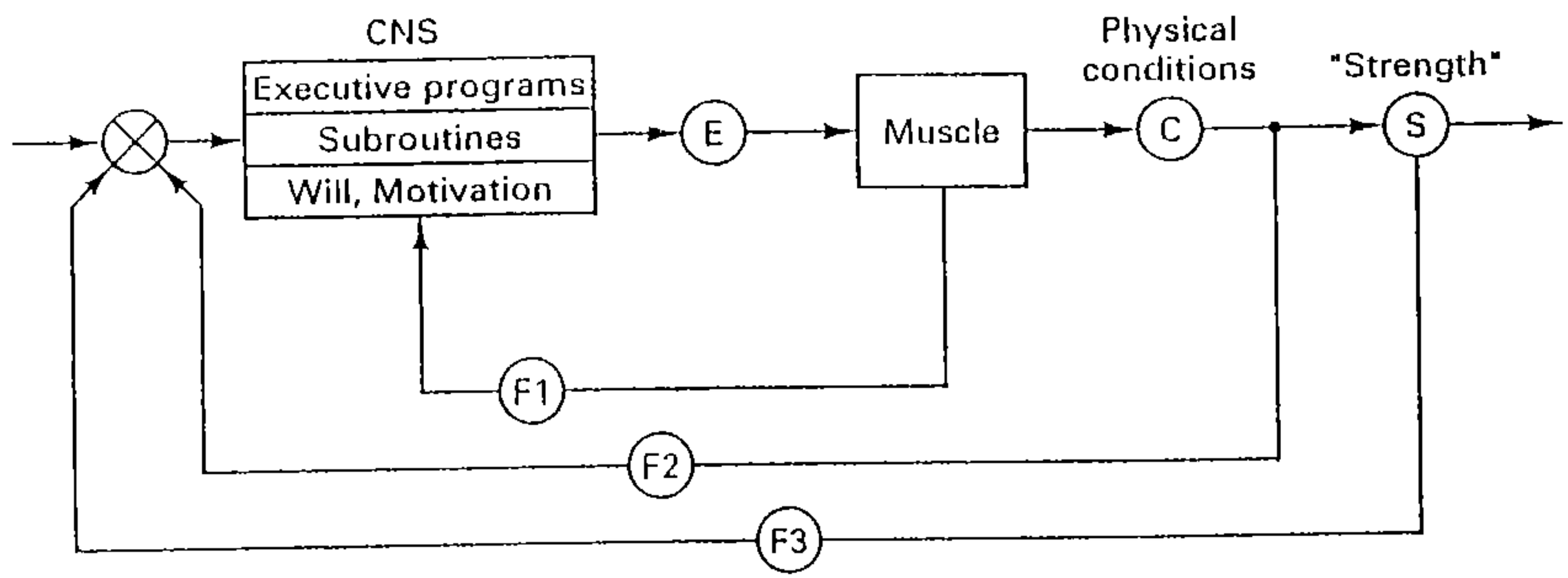


Figure 1-18. Intraabdominal pressure (IAP) and its resulting force vector (Γ) reduce the compressive force (C) which is produced by trunk muscle pull (M). Shear force (S) and torque (T) also load the spine.



E: Efferent excitation impulses generated in the CNS
F: Afferent feedback loops

Figure 1-24. Model of the regulation of muscle strength exertion. (From Kroemer, Kroemer, and Kroemer-Elbert, 1990, *Engineering Physiology: Bases of Human Factors/Ergonomics*, 2d ed. With permission by the publisher, Van Nostrand Reinhold. All rights reserved.)

2. How the Body does Its Work

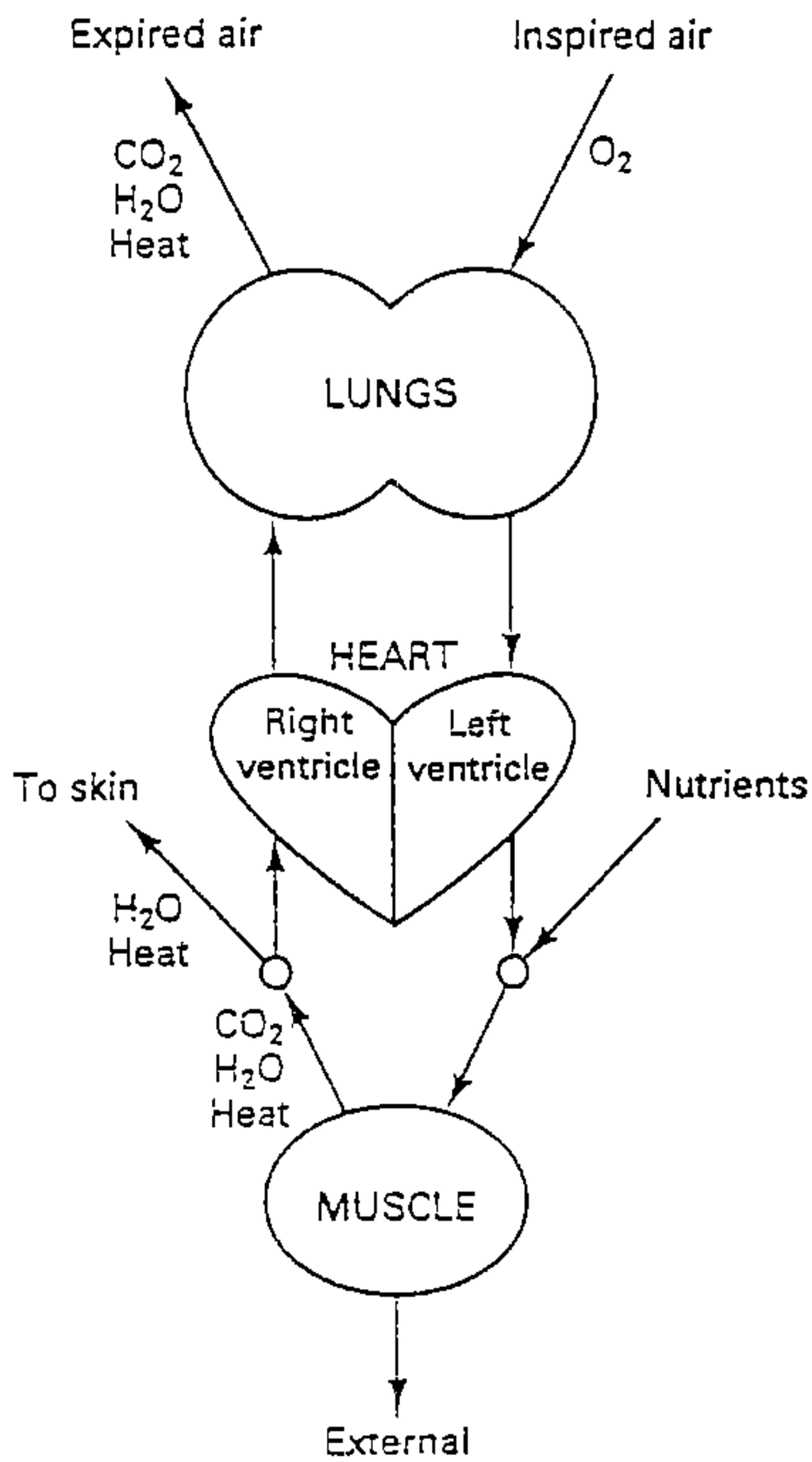


Figure 2-1. The interrelated functions of the respiratory and circulatory systems. (From Kroemer, Kroemer, and Kroemer-Elbert, 1990, *Engineering Physiology: Bases of Human Factors/Ergonomics*, 2nd ed. With permission by the publisher, Van Nostrand Reinhold. All rights reserved.)

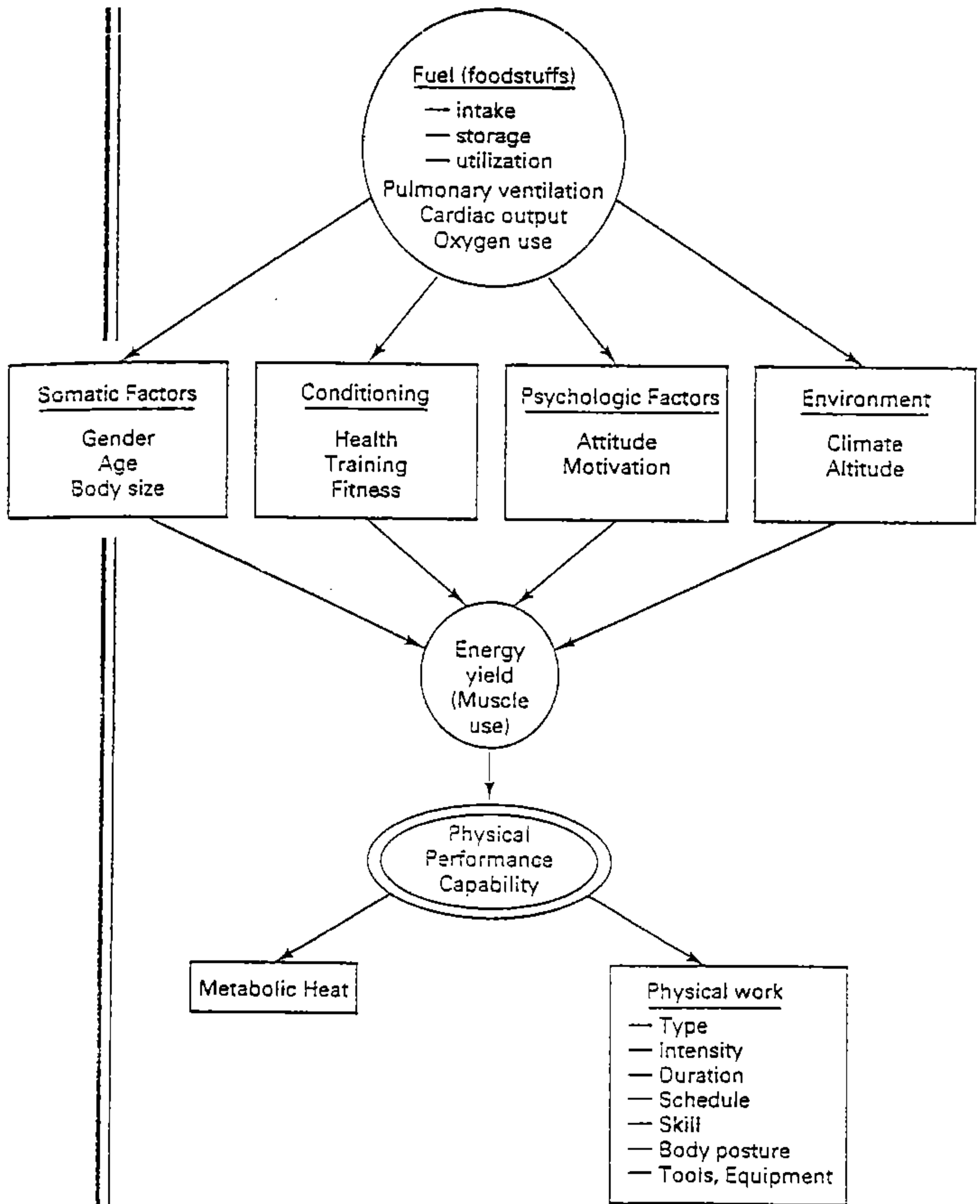


Figure 2-5. Determiners of individual physical work capacity.

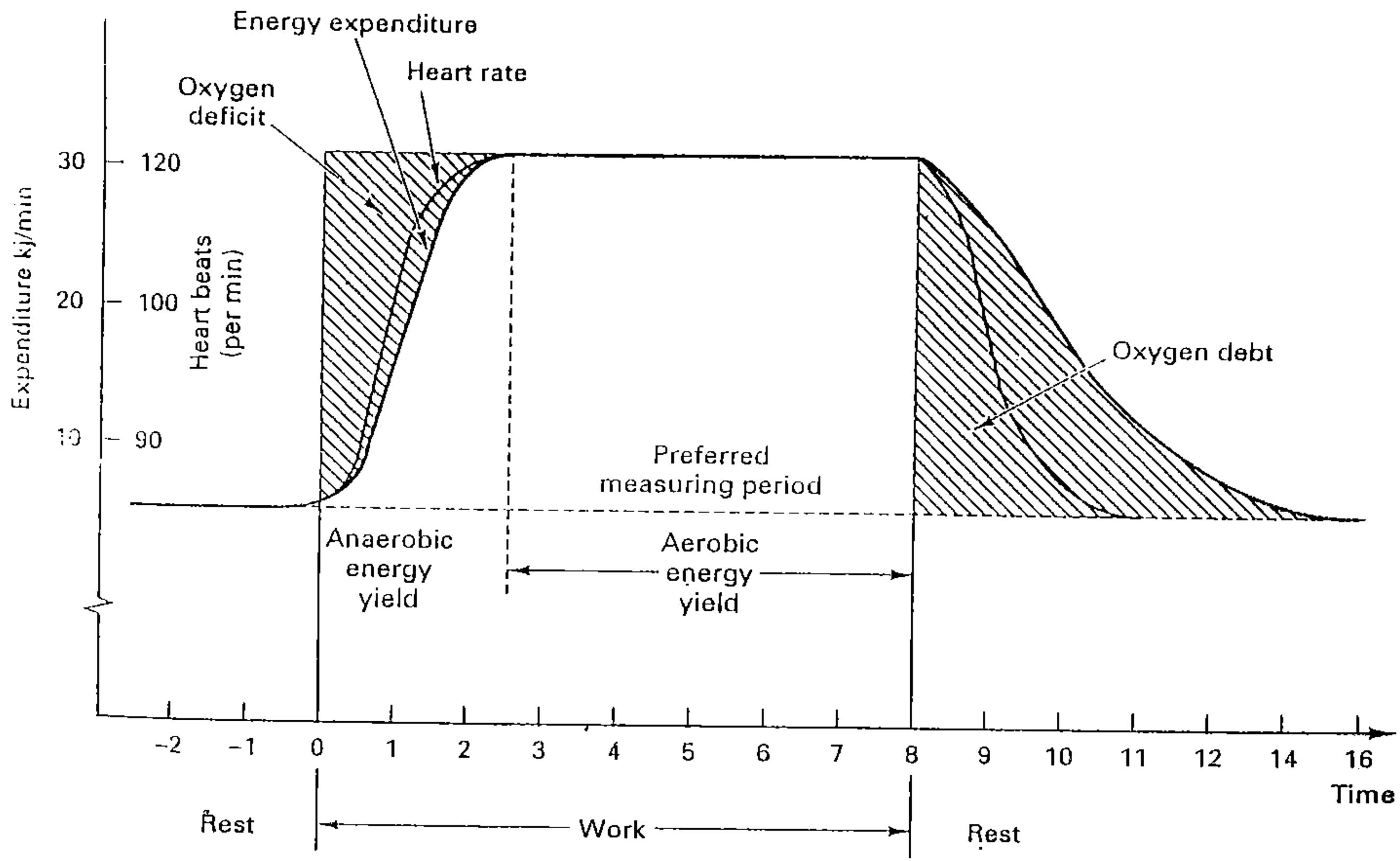


Figure 2-7. Scheme of energy liberation, energy expenditures, and heart rate at steady state work. (From Kroemer, Kroemer, and Kroemer-Elbert, 1990, *Engineering Physiology: Bases of Human Factors/Ergonomics*, 2nd ed. With permission by the publisher, Van Nostrand Reinhold. All rights reserved.)

3. How the Mind Work

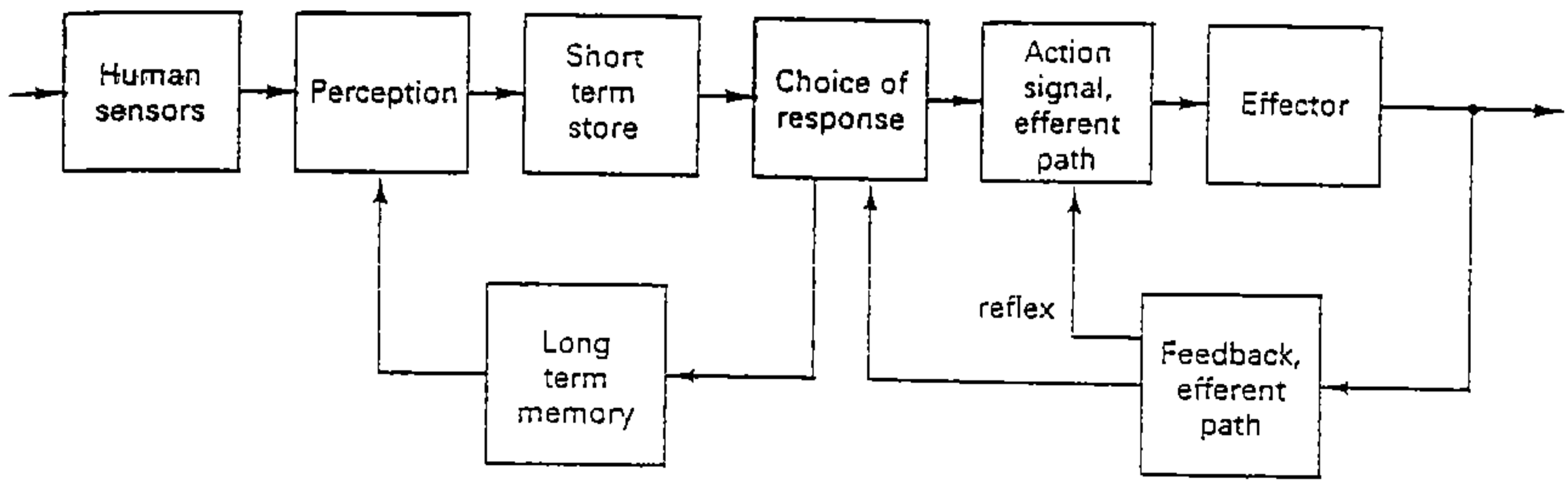


Figure 3-6. The human processor.

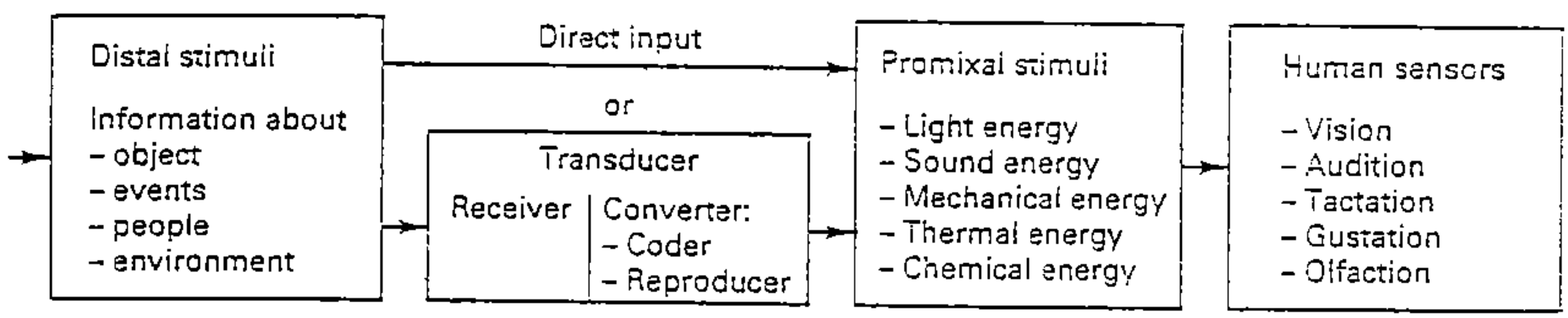


Figure 3-7. Energy input side.

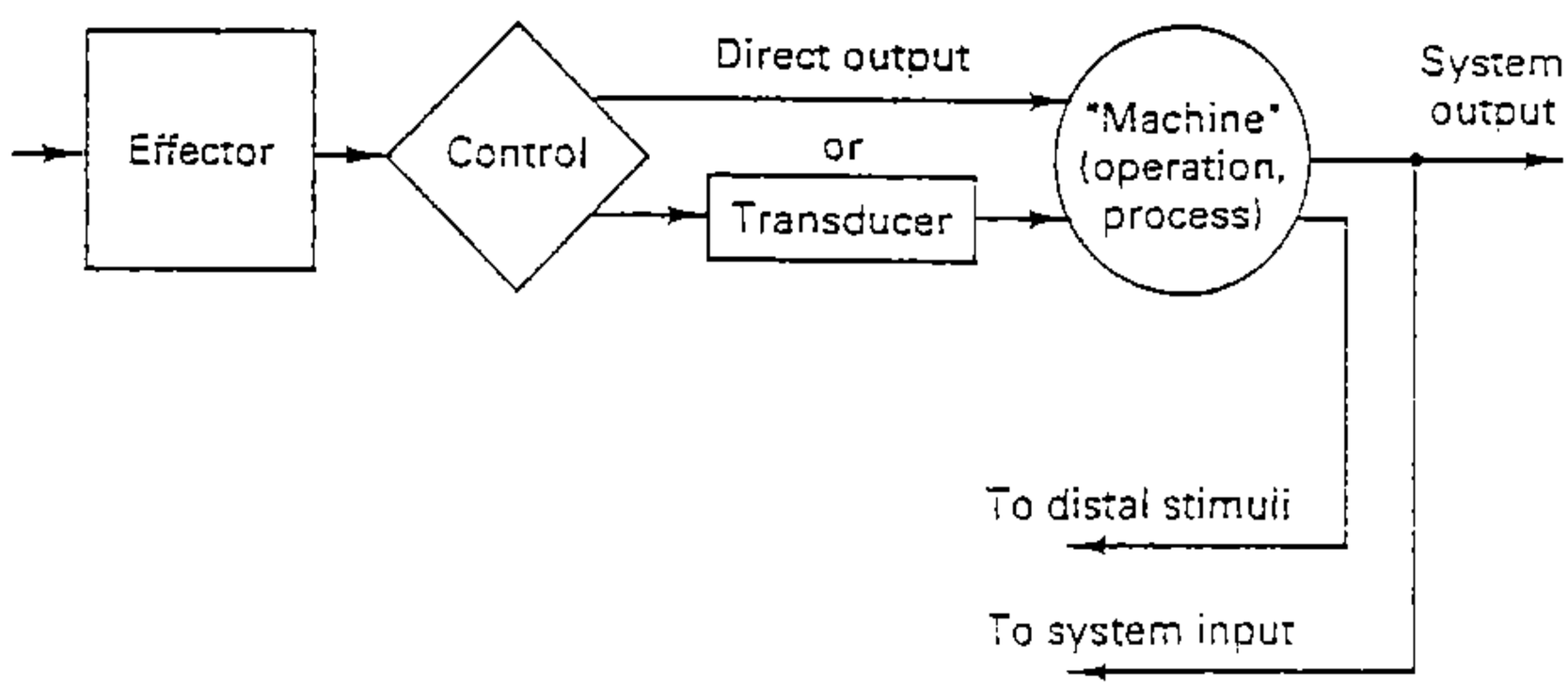


Figure 3-8. Energy output side.

TABLE 3-1. MERKEL'S 1885 DATA ON REACTION TIMES FOR VISUALLY PRESENTED NUMERALS. SUBJECTS HAD TO PRESS THE APPROPRIATE BUTTON OF 10 BUTTONS

Number of Alternatives	Reaction Time (ms)
1	187
2	316
3	364
4	434
5	487
6	532
7	570
8	603
9	619
10	622

SOURCE: Adapted from Keele, 1986. Reprinted by permission of John Wiley & Sons, Inc.

TABLE 3-2. FACTORS THAT INFLUENCE BEHAVIOR AND PERFORMANCE

Psychological, Psychosocial, and Psychophysiological	Environmental	Space System	Support Measures
Limits of performance (perceptual/motor)	Spacecraft habitability	Mission duration and complexity	Inflight psychosocial support
Cognitive abilities	___ confinement	Organization for command and control	Recreation
Decision making	___ physical isolation	Division of work between human and machine	Exercise
Motivation	___ social isolation	Crew performance requirements	Work-rest/avoiding excess workloads
Adaptability	___ lack of privacy	Information load	Job rotation
Leadership	___ noise	Task load/speed	Job enrichment
Productivity	Weightlessness	Crew composition	Training
Emotions/moods	Artifical life support	Spacecrew autonomy	___ preflight environmental adaptation
Attitudes	Work-rest cycles	Physical comfort/quality of life	___ social sensitivity
Fatigue (physical/mental)	Shift change	Communications (intracrew and space/earth)	___ for team effort
Crew composition	Desynchronization of body rhythms	Competency requirements	___ self-control
Crew compatibility	Hazards	Time compression	Inflight maintenance of proficiency
Psychological stability	Boredom		Earth contacts
Personality variables	Stresses		
Social skills	___ single		
Human reliability (error rate)	___ multiple		
Space adaptation	___ sequential		
Spatial illusions	___ simultaneous		
Time compression			

SOURCE: Adapted from Christensen and Talbot, 1986.

4. Human Senses

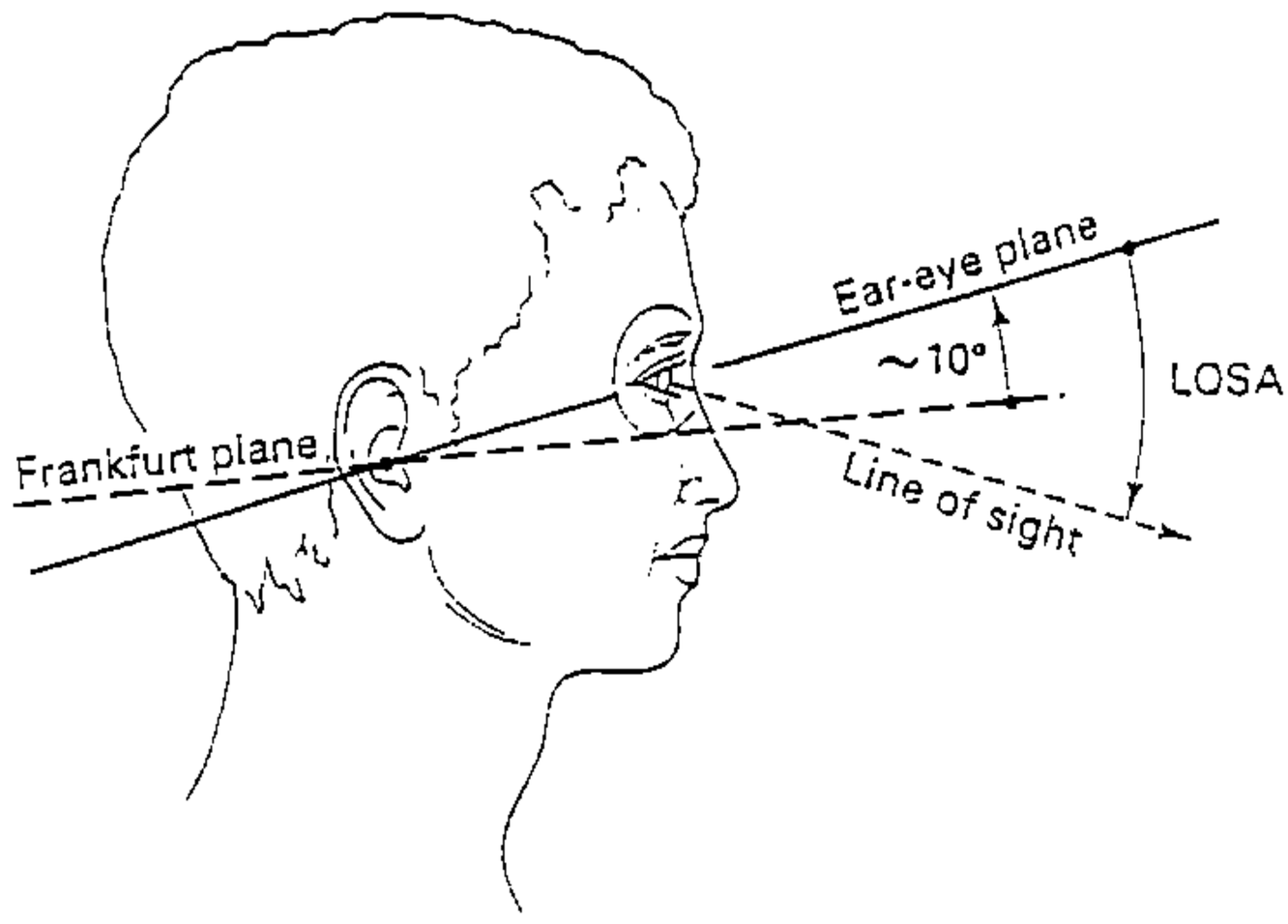


Figure 4-5. Line-of-Sight Angle LOSA against the Ear-Eye Plane, and the Frankfurt Plane.

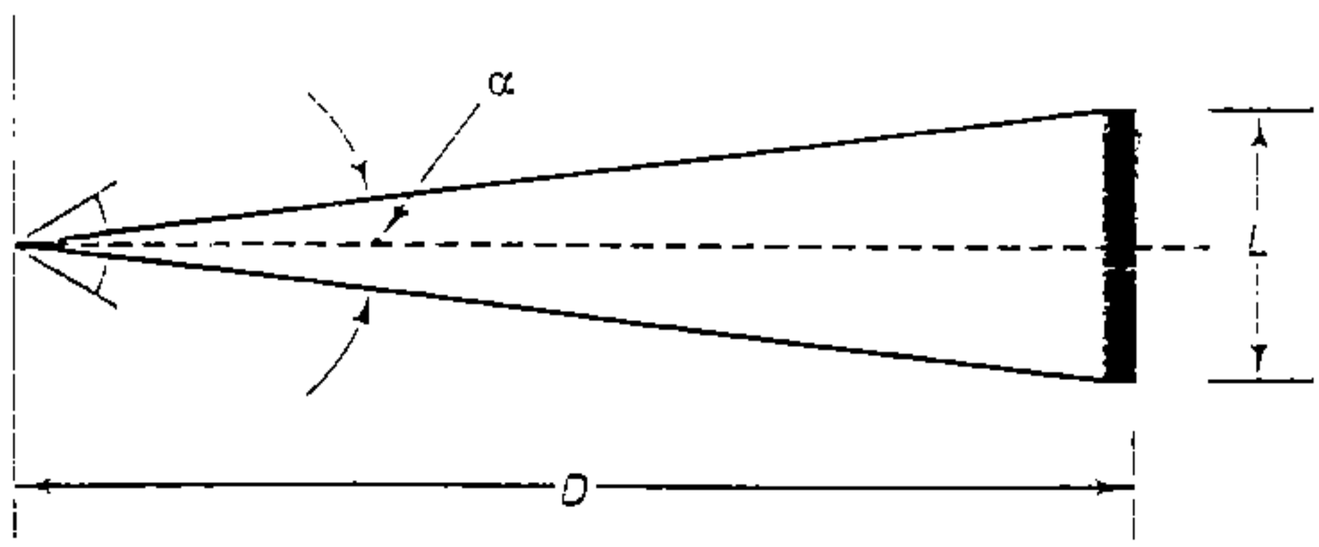


Figure 4-6. The subtended angle.

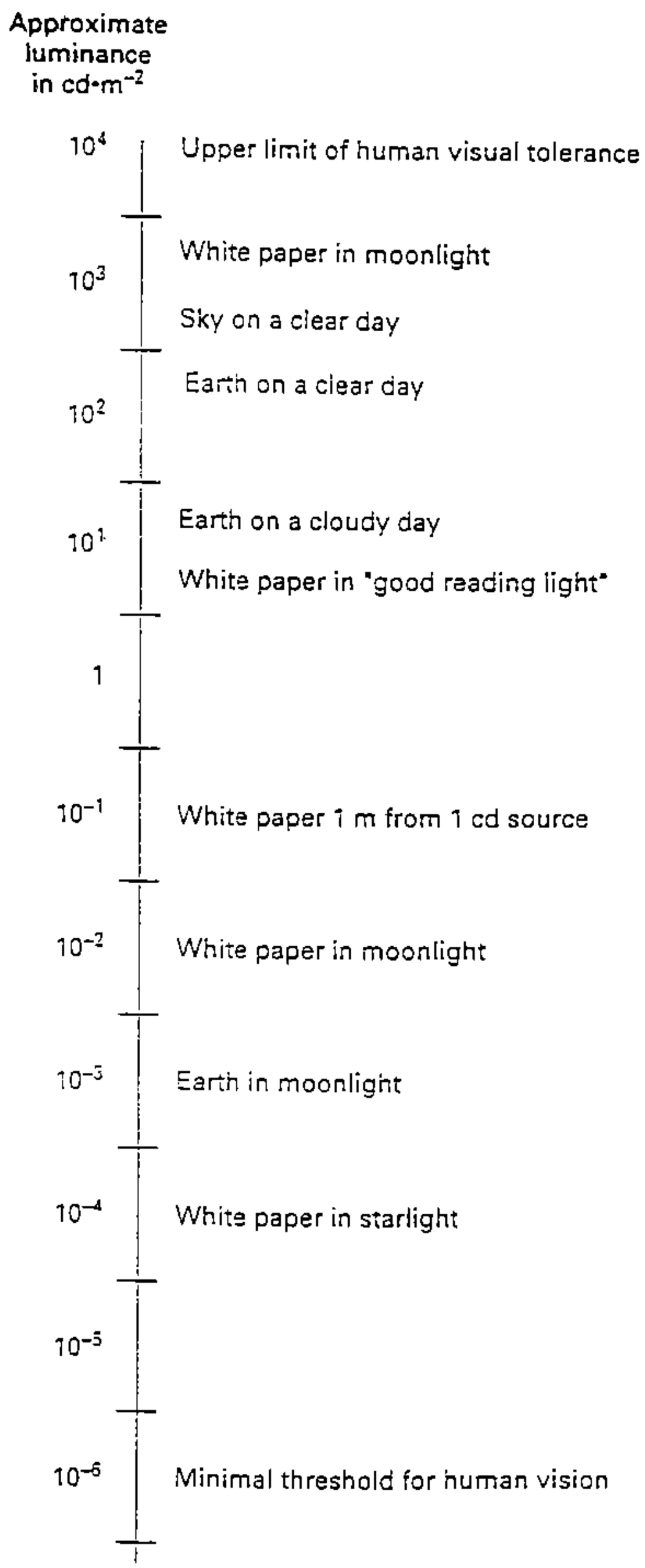


Figure 4-13. Luminance levels experienced by humans. (Adapted from Van Cott and Kinkade, 1972.)

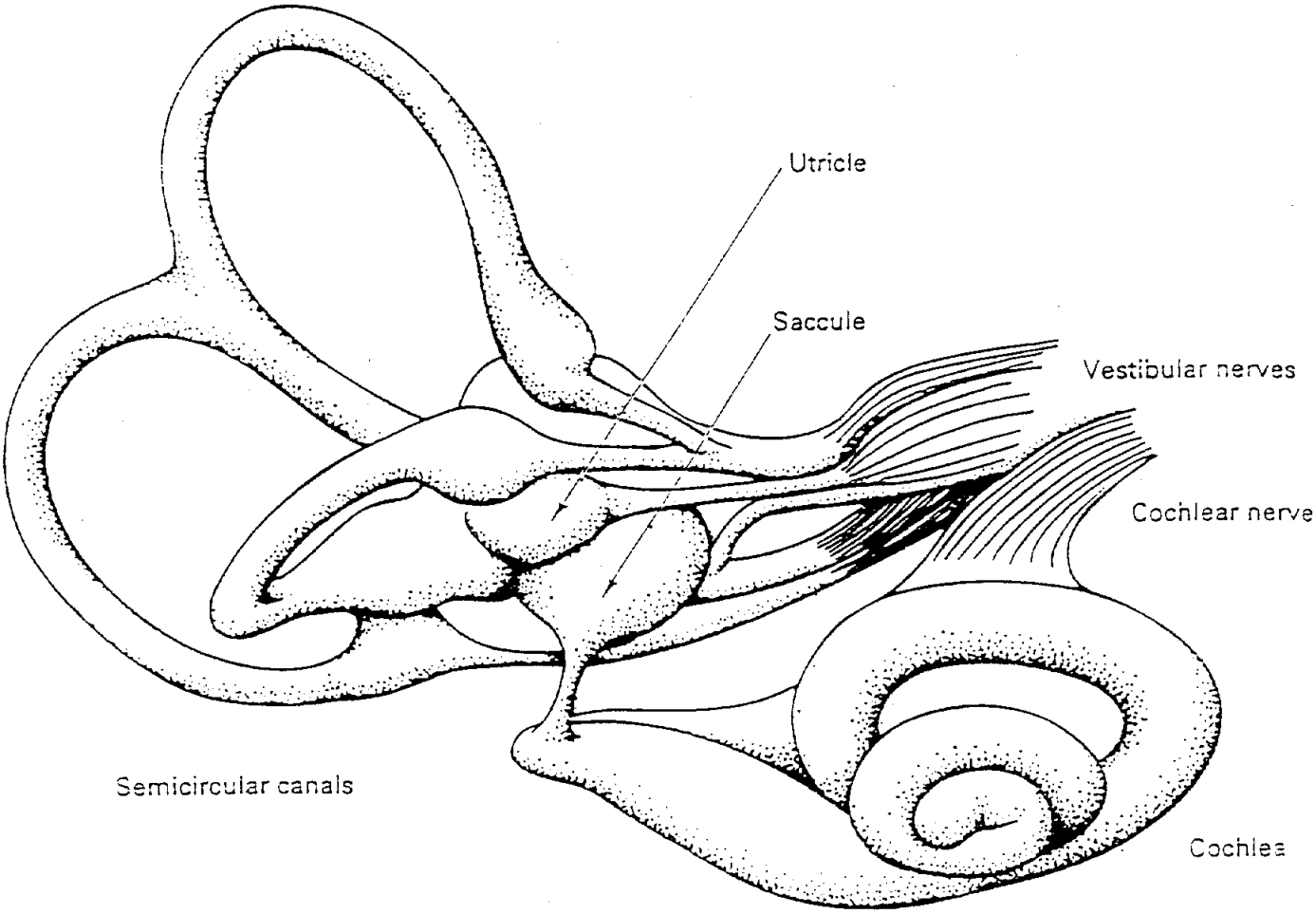


Figure 4-23. The three semicircular canals and the otolith organs of the vestibulum, and the cochlea, with their nervous connections to the 8th cranial nerve. (Adapted from a 1934 drawing by Max Broedel.)

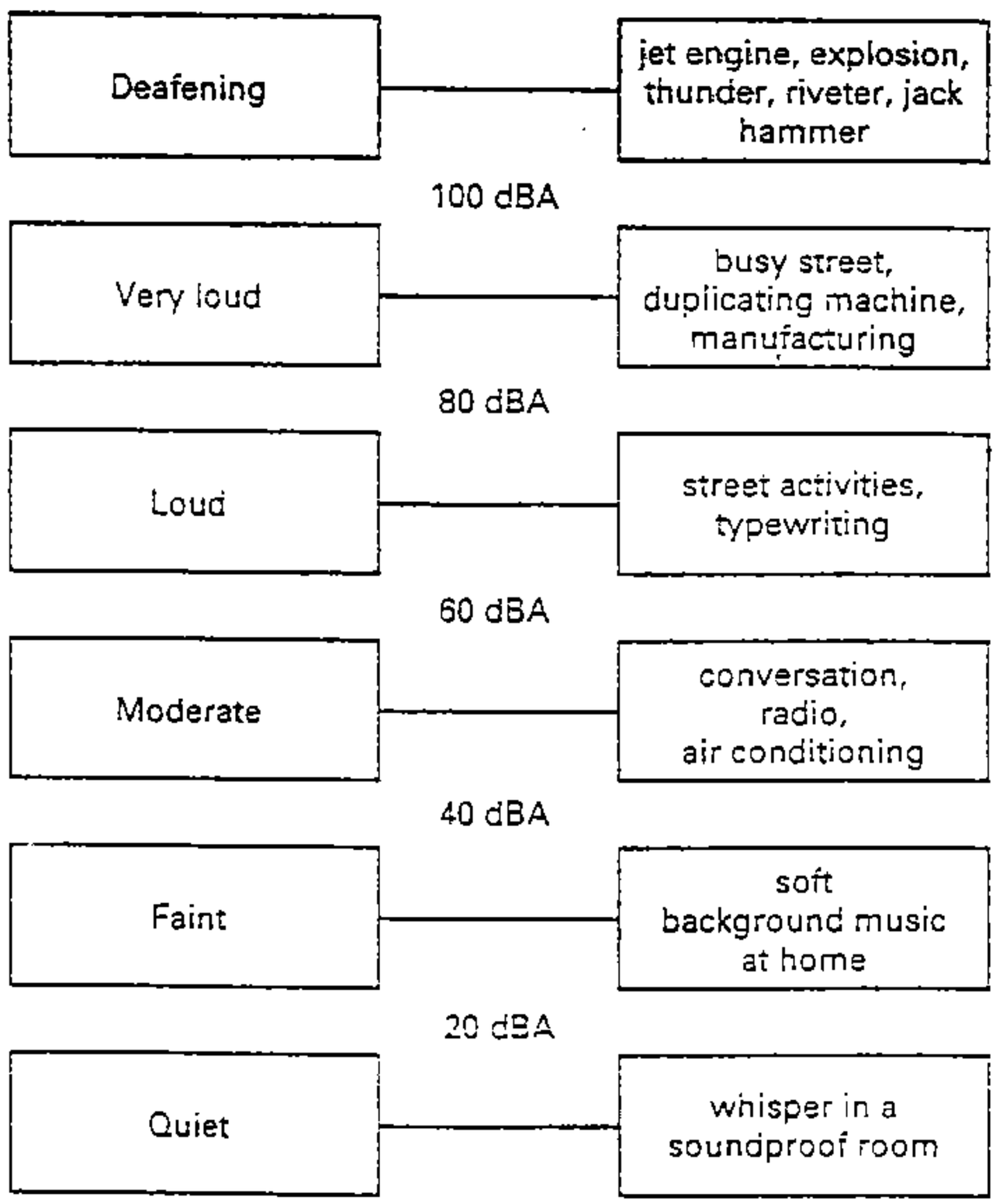


Figure 4-16. Sound intensity levels.

TABLE 4-8. EFFECTS OF NOISE ON HUMAN PERFORMANCE

Conditions of exposure			
SPL (dB)	Spectrum	Duration	Performance effects
155		8 hr; 100 impulses	Hearing TTS 2 minutes after exposure
120	Broadband		Reduced ability to balance on a thin rail
110	Machinery noise	8 hrs	Chronic fatigue
105	Aircraft engine noise		Visual acuity, stereoscopic acuity, near-point accommodation, all reduced
100	Speech		Overloading of hearing due to loud speech
90	Broadband	Continuous	Vigilance decrement; altered thought processes; interference with mental work
90	Broadband		Performance degradation in multiple-choice, serial-reaction tasks
85	1/3-Octave at 16 kHz	Continuous	Fatigue, nausea, headache
75	Background noise in spacecraft	10–30 days	Degraded astronaut performance
70	4,000 Hz		Hearing TTS 2 minutes after exposure

See Table 4-11 for effects on person-to-person voice communication.

SOURCE: Adapted from NASA, 1989.

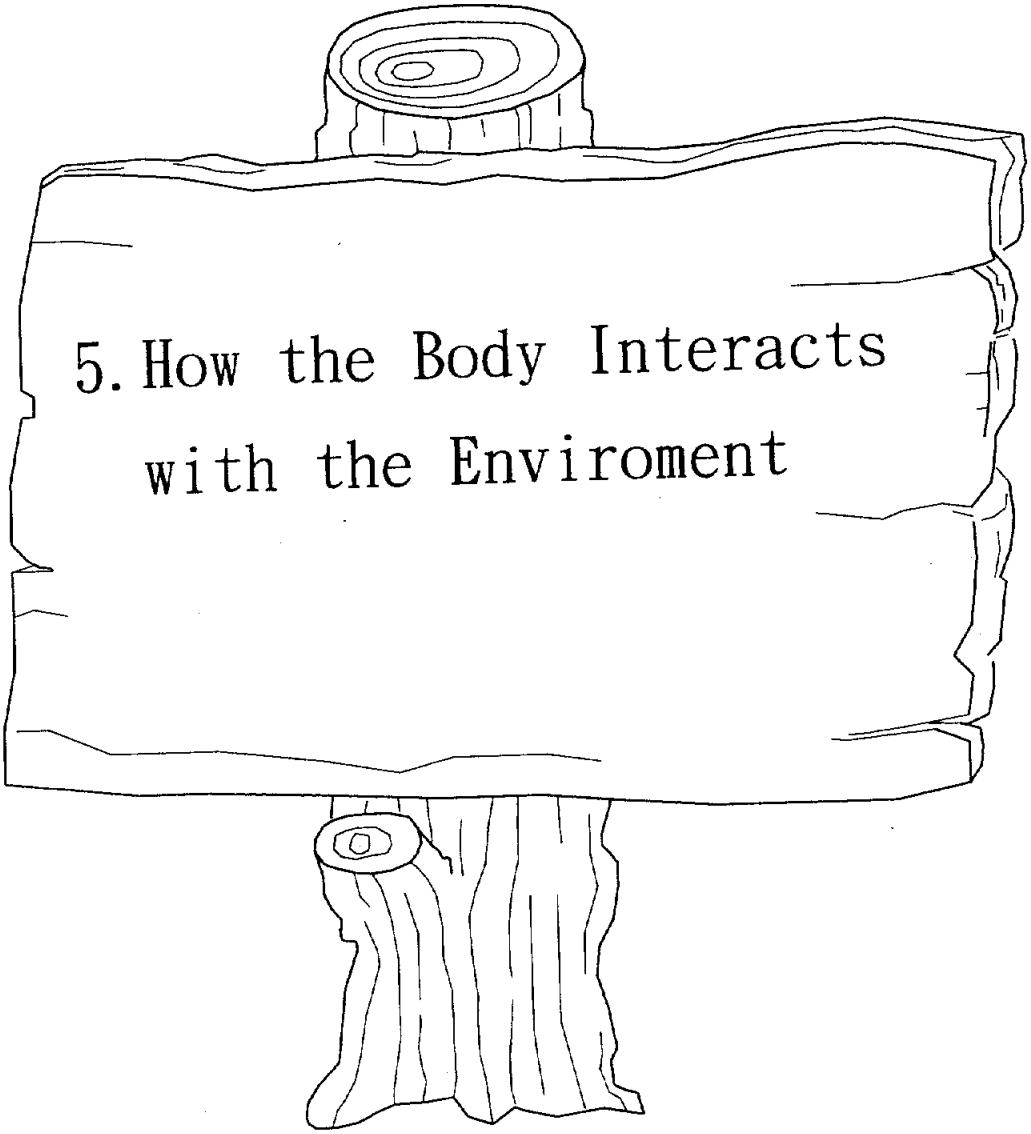

5. How the Body Interacts
with the Enviroment

TABLE 5-3. HEAT DISORDERS

Disorder	Symptoms	Causes	Treatments
Transient heat fatigue	Decrease in productivity, alertness, coordination and vigilance.	Not acclimatized to hot environment.	Graduate adjustment to hot environment.
Heat rash ("prickly heat")	Rash in area of heavy perspiration; discomfort, or temporary disability.	Perspiration not removed from skin; sweat glands inflamed.	Periodic rests in a cool area; showering/bathing; drying skin.
Fainting	Blackout, collapse.	Shortage of oxygen in the brain.	Lay down.
Heat cramps	Painful spasms of used skeletal muscles.	Loss of salt; large quantities of water consumed quickly.	Adequate salt with meals; salted liquids (unless advised differently by a physician).
Heat exhaustion	Extreme weakness or fatigue; giddiness; nausea; headache; pale or flushed complexion; body temperature normal or slightly higher; moist skin; in extreme cases vomiting and/or loss of consciousness.	Loss of water and/or salt; loss of blood plasma; strain on the circulatory system.	Rest in cool area; salted liquids (unless advised differently by a physician).
Heat stroke	Skin is hot, dry, and often red or spotted; core temperature is 40°C (105°F) or higher and rising; mental confusion; deliriousness; convulsions; possible unconsciousness. Death or permanent brain damage may result unless treated immediately.	Thermo-regulatory system breaks down under stress and sweating stops. The body's ability to remove excess heat is almost eliminated.	Remove to cool area; soak clothing with cold water; fan body; call physician/ambulance immediately

as various combinations of the several climate components. A well-known example is the *effective temperature, ET:* it reflects combinations of dry temperature, wet temperature, and air movement, with various levels of activities and clothing—see Figure 5-2.

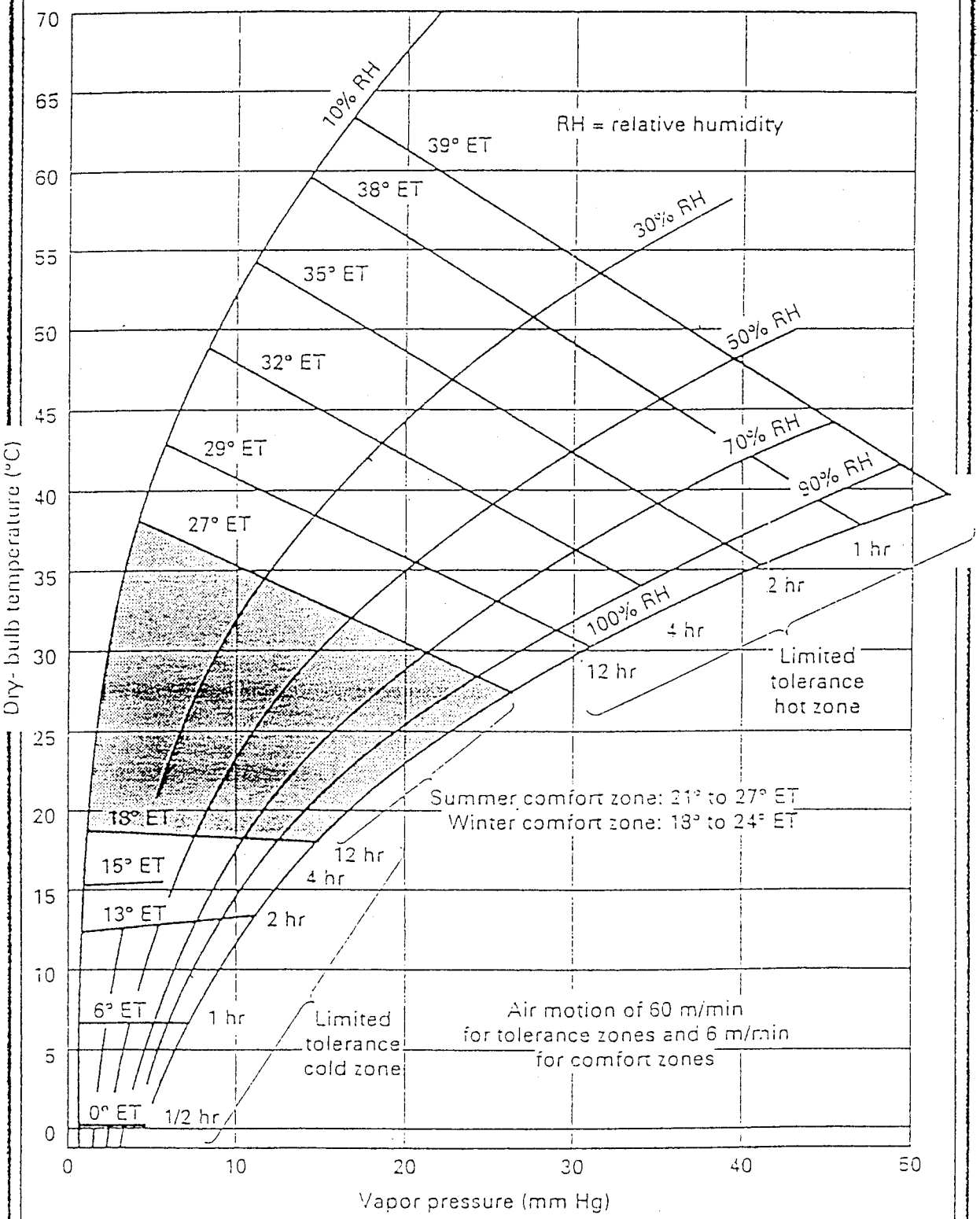


Figure 5-2. Indoors summer and winter comfort zones and thermal tolerance for appropriately dressed, sitting persons doing light work (MIL-HDBK 759).

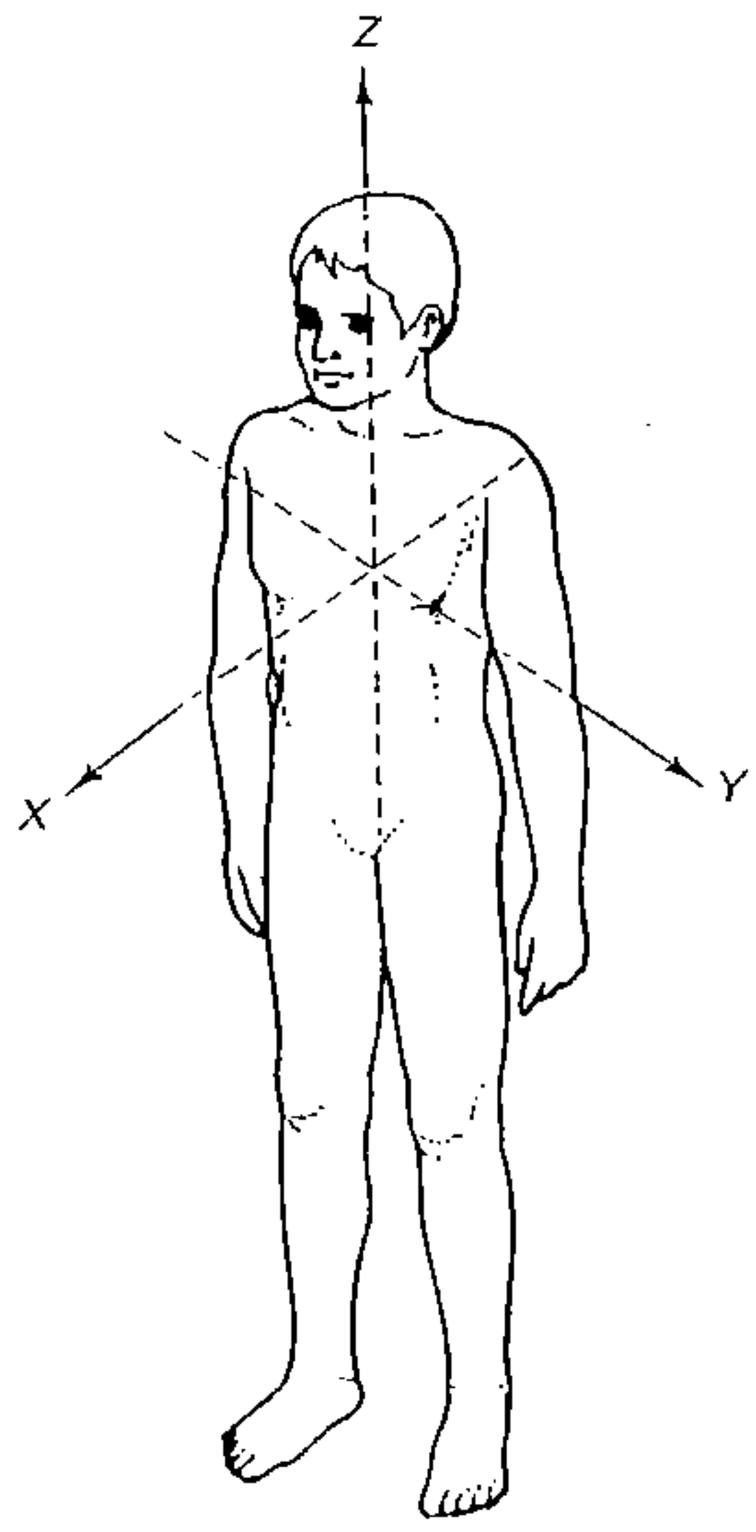
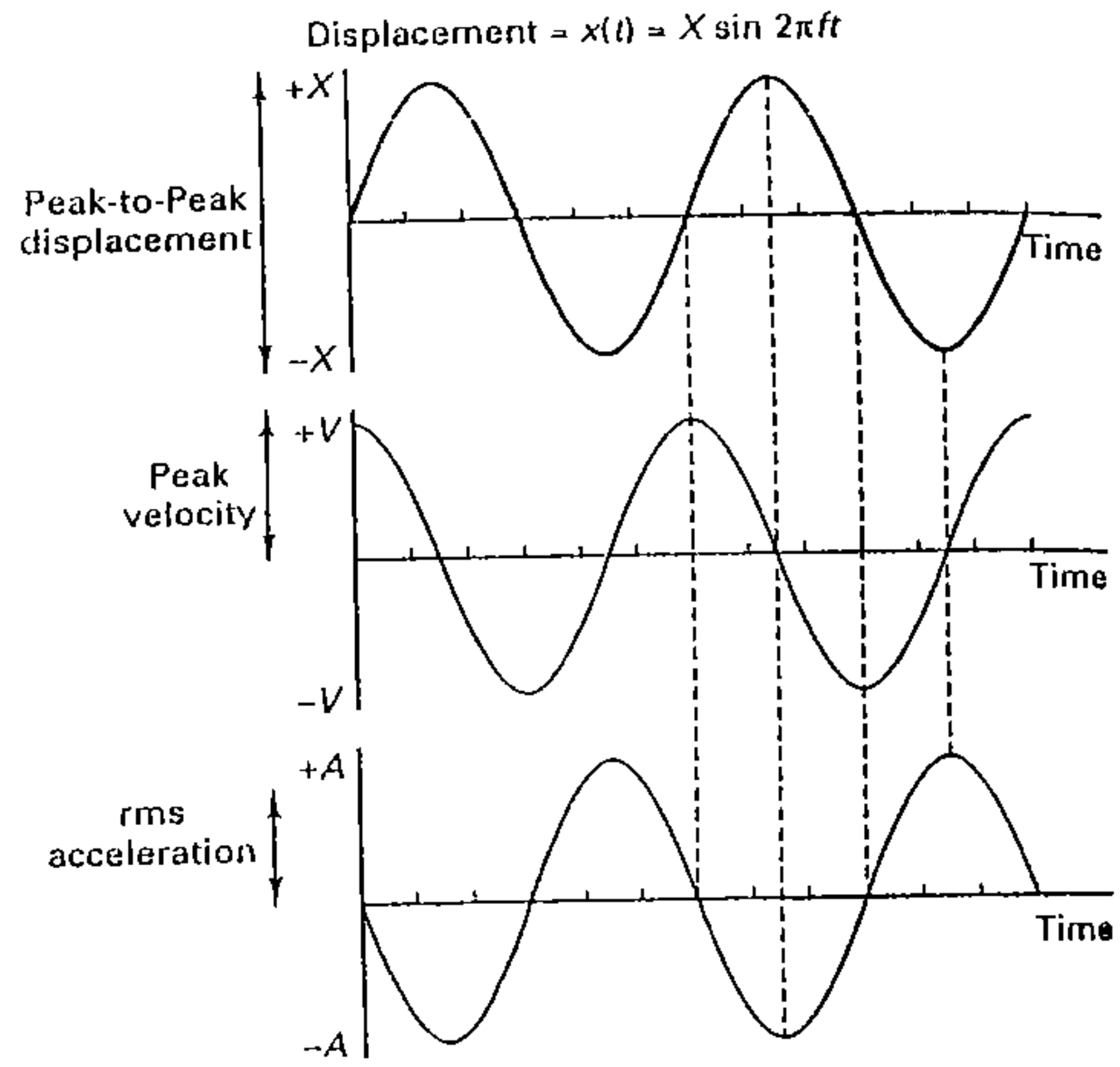


Figure 5-3 Convention on directions of vibrations and impacts—compare with Figure 5-14.



Velocity = $v(t) = V \cos 2\pi ft$ $\quad V = 2\pi fX$

Acceleration = $a(t) = -A \sin 2\pi ft$ $\quad A = 2\pi fV = (2\pi f)^2 X$

Figure 5-4. Sinusoidal vibration described by displacement, velocity, and acceleration over time.

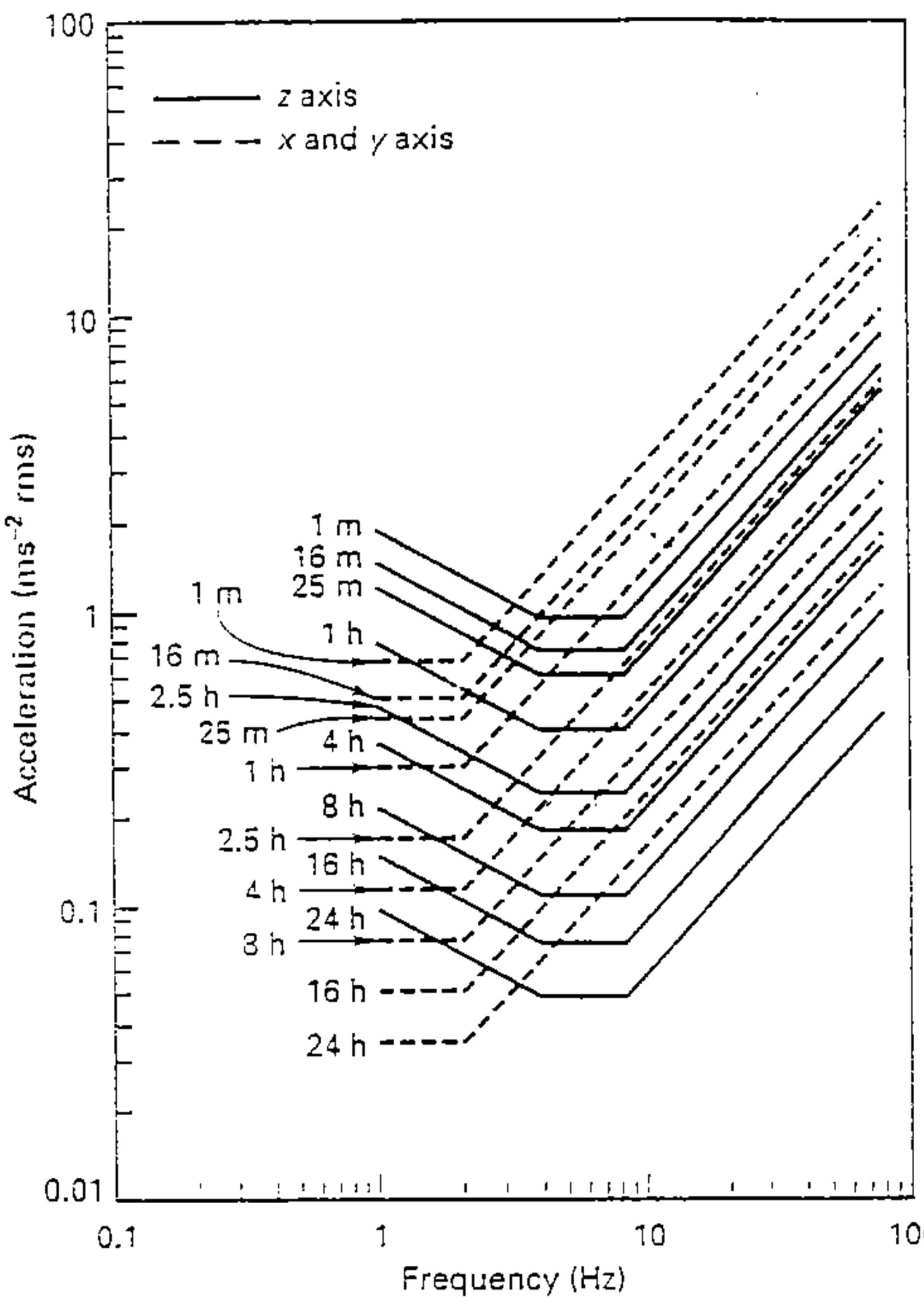


Figure 5-5. Comfort/discomfort boundaries for vertical and horizontal whole-body vibrations (ISO 2631, 1985).

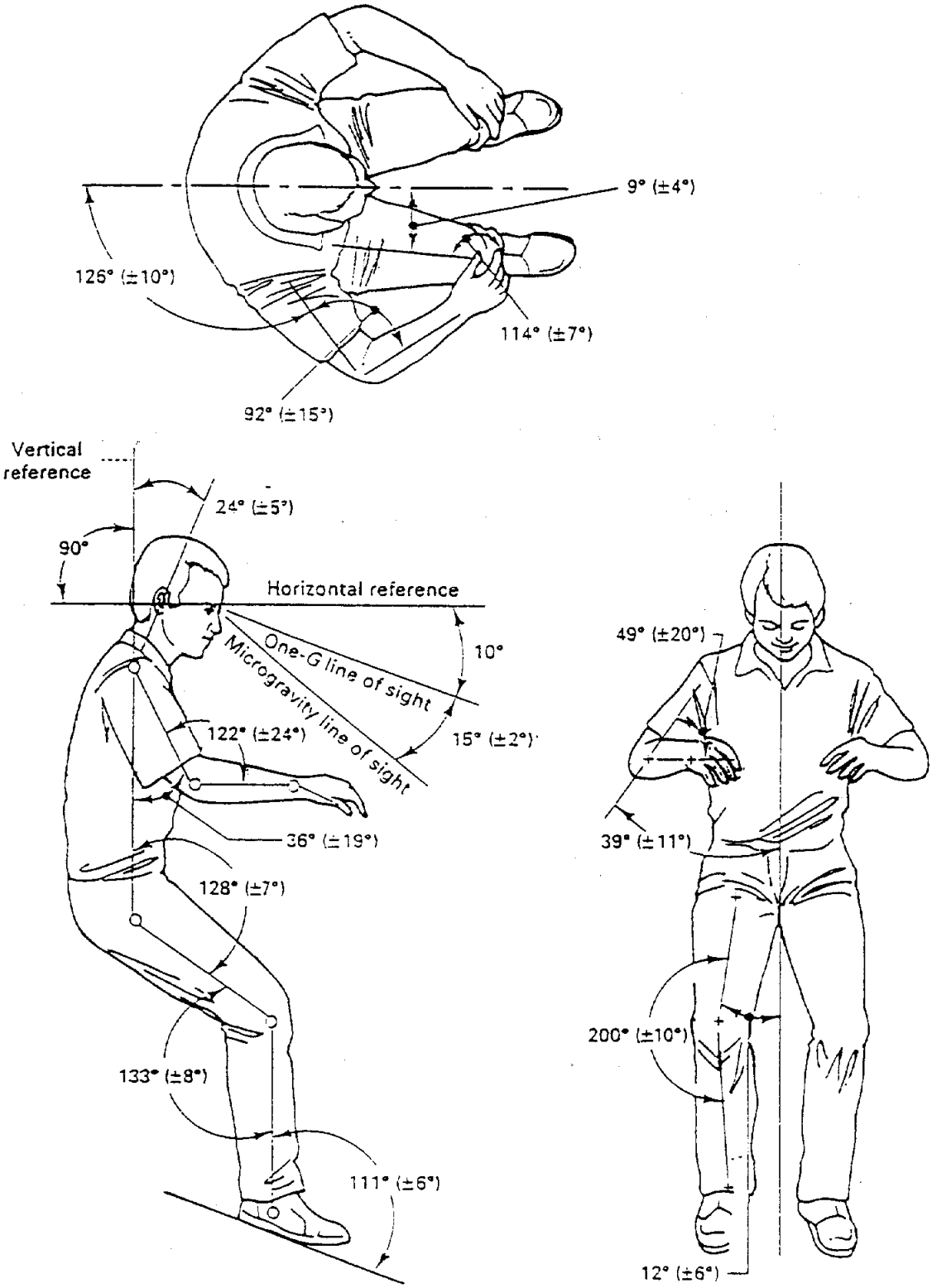
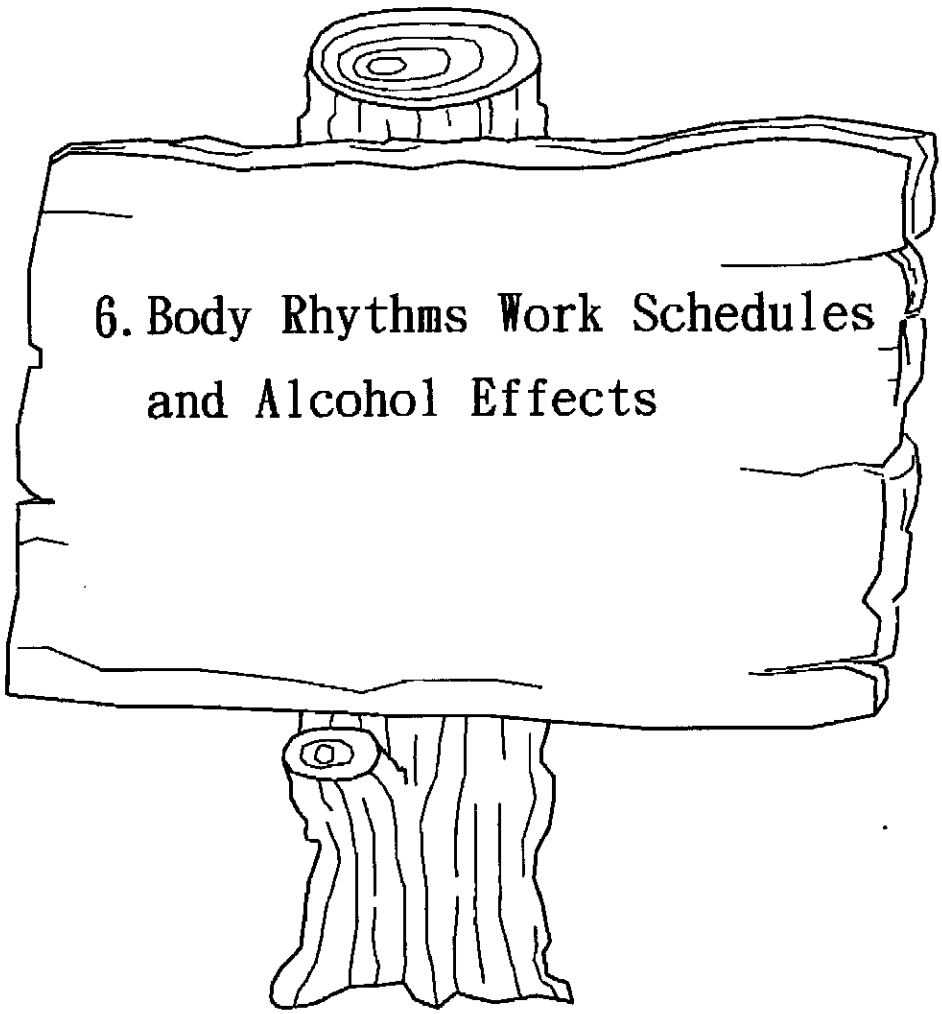


Figure 5-12. Relaxed posture assumed in space (NASA, 1989).


6. Body Rhythms Work Schedules
and Alcohol Effects

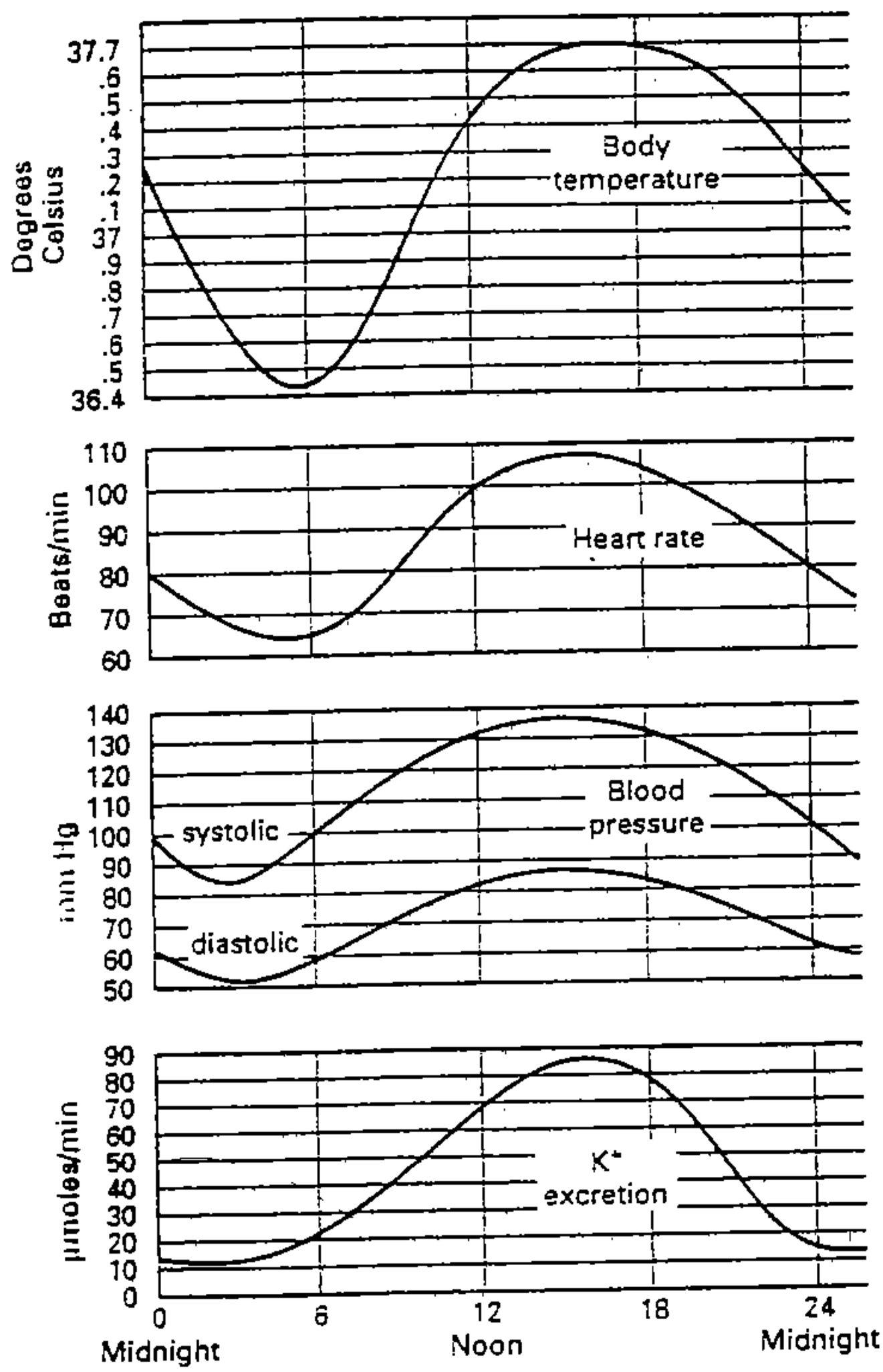


Figure 6-1. Typical variations in body functions over the day (adapted from Colligan and Tepas, 1986).

TABLE 6-2. EXAMPLES OF 5-WORKDAYS-PER-WEEK SHIFT SYSTEMS

System	Workdays/free days	Shift sequence
Permanent day shift	5/2	1-1-1-1-1-0-0, 1-1-1-1-1-0-0, . . .
Permanent evening shift	5/2	2-2-2-2-2-0-0, 2-2-2-2-2-0-0, . . .
Permanent night shift	5/2	3-3-3-3-3-0-0, 3-3-3-3-3-0-0, . . .
Rotations		
Alternating day-evening	10/4	1-1-1-1-1-0-0, 2-2-2-2-2-0-0, . . .
Alternating day-night	10/4	1-1-1-1-1-0-0, 3-3-3-3-3-0-0, . . .
Alternating day-evening-night	15/6	1-1-1-1-1-0-0, 2-2-2-2-2-0-0, . . .
		3-3-3-3-3-0-0 (forward rotation) . . .
		or
		1-1-1-1-1-0-0, 3-3-3-3-3-0-0, . . .
		2-2-2-2-2-0-0 (backward rotation) . . .

Legend
1 represents day shift, 2 evening shift, 3 night shift, 0 free day, i.e., without scheduled shift.

SOURCE: Adapted from Kogi, 1985. Reproduced by permission of John Wiley & Sons Limited.

TABLE 6-3. CHARACTERISTICS OF SHIFT ARRANGEMENTS

Cycle length	$C = W + F$	
Free days per year	$D = 365F(W + F)^{-1}$	
Number of days worked before the same set of shifts re-occurs on the same days of the week	$R = C = W + F$	if $(W + F)$ is multiple of 7
	$R = 7(W + F)$	if $(W + F)$ is not a multiple of 7

Legend
W = number of work days, F = number of free days

SOURCE: Kogi, 1985. Reproduced by permission of John Wiley & Sons Limited.

7. Designing to Fit Body Posture

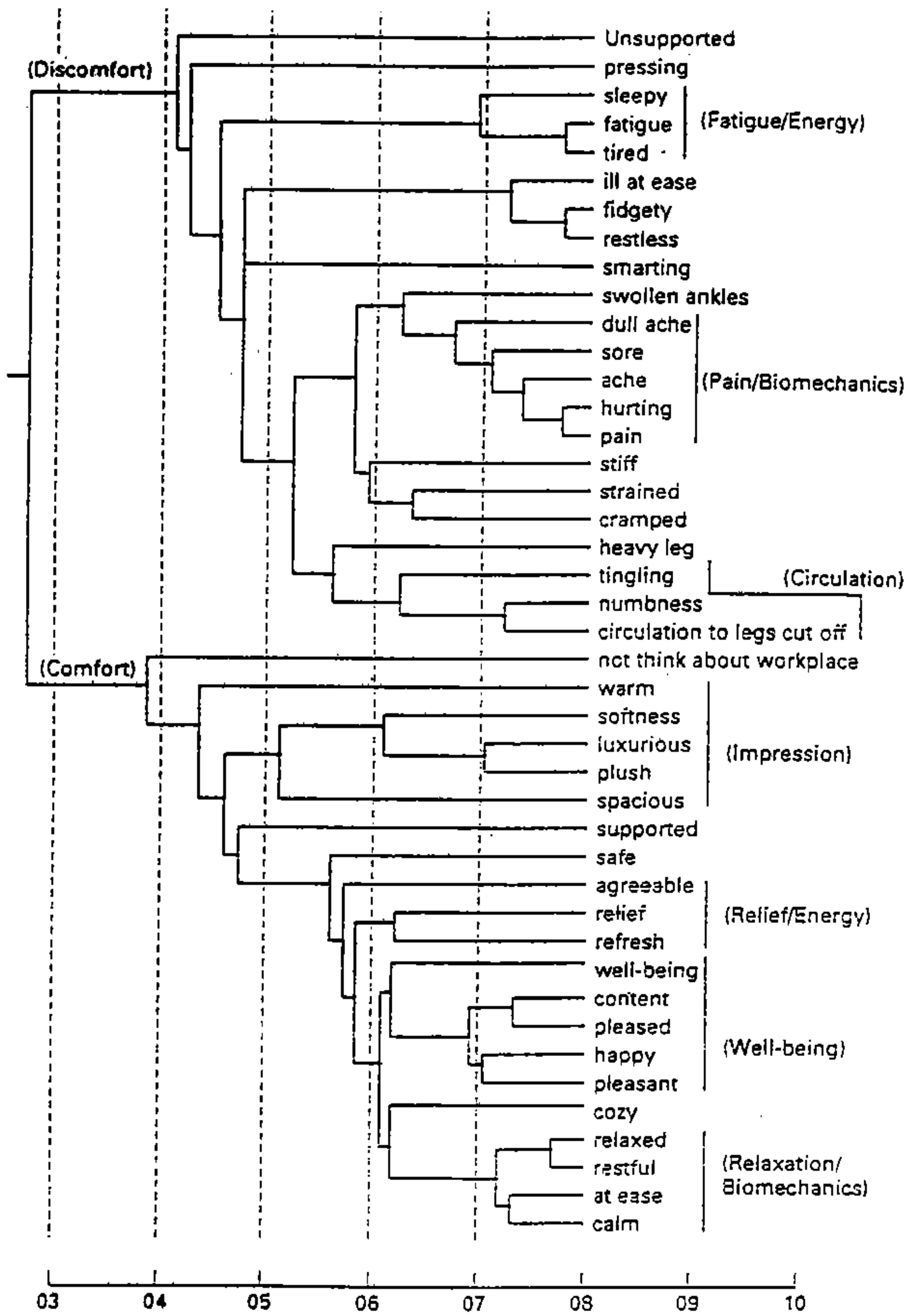
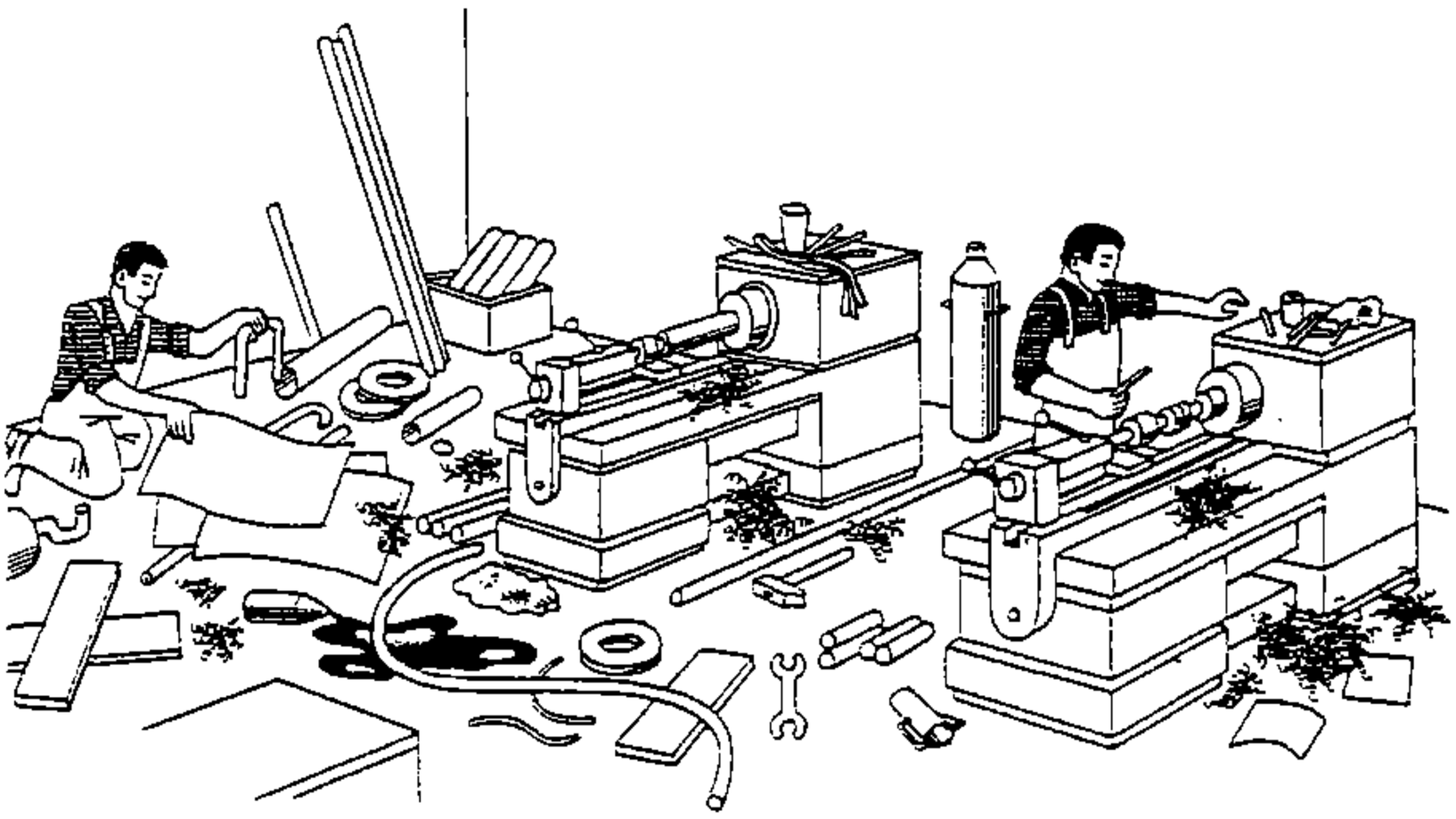
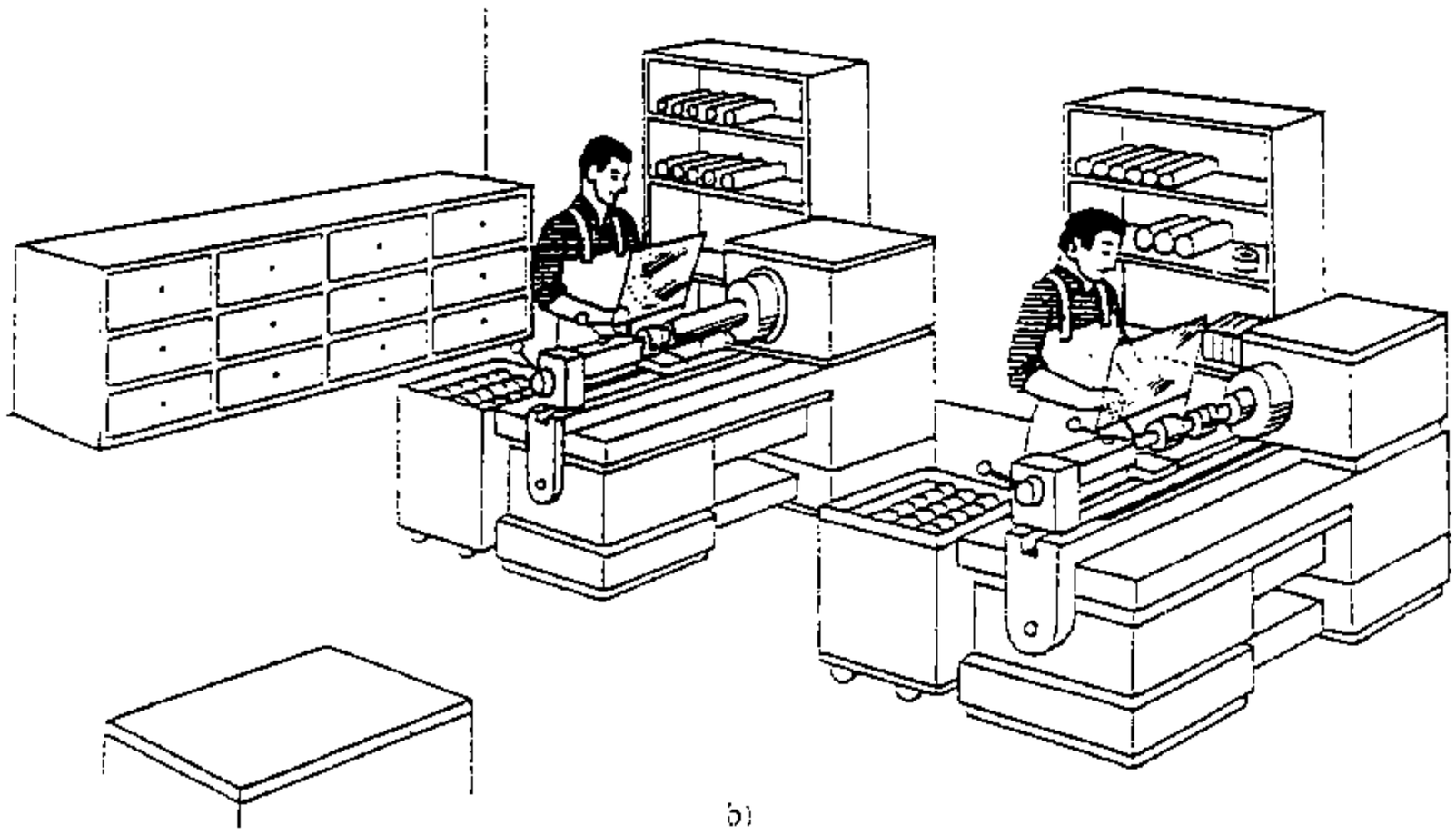


Figure 8-3. Attributes of comfort and discomfort while sitting (courtesy of Zhang, L., and Helander, M. (1992), Identifying Factors of Comfort and Discomfort: A Multidimensional Approach, in Kumar, S. (Ed.), *Advances in Industrial Ergonomics and Safety*, IV, pp. 395–402. London: Taylor & Francis).



(a)



(b)

Figure 10-9. (a) Bad and (b) good housekeeping. (Courtesy of International Labor Office, 1988.)

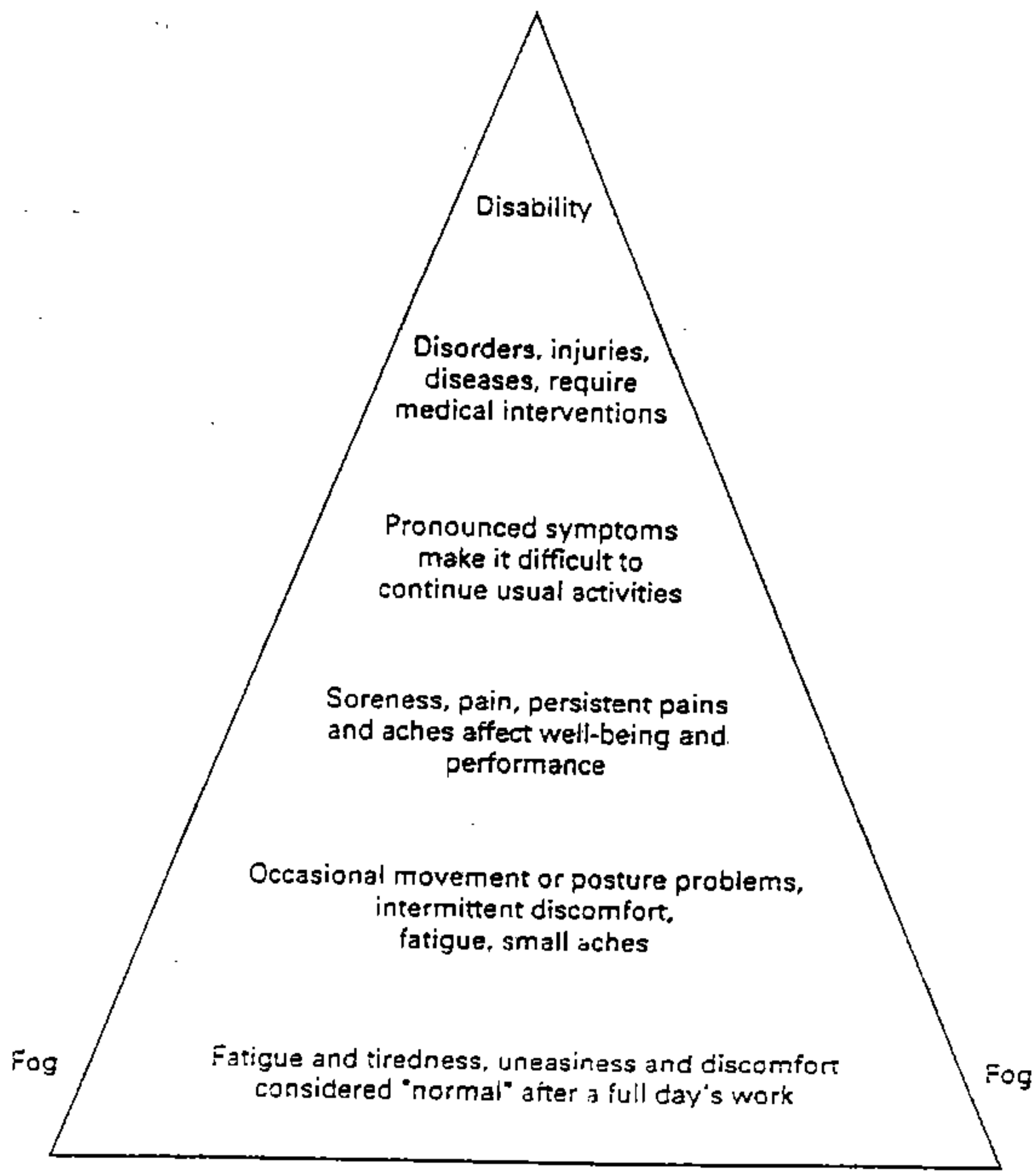


Figure 8-37. Analogy of the "mountain of cumulative trauma partly obscured by fog," the level of which indicates perception and awareness of symptoms.

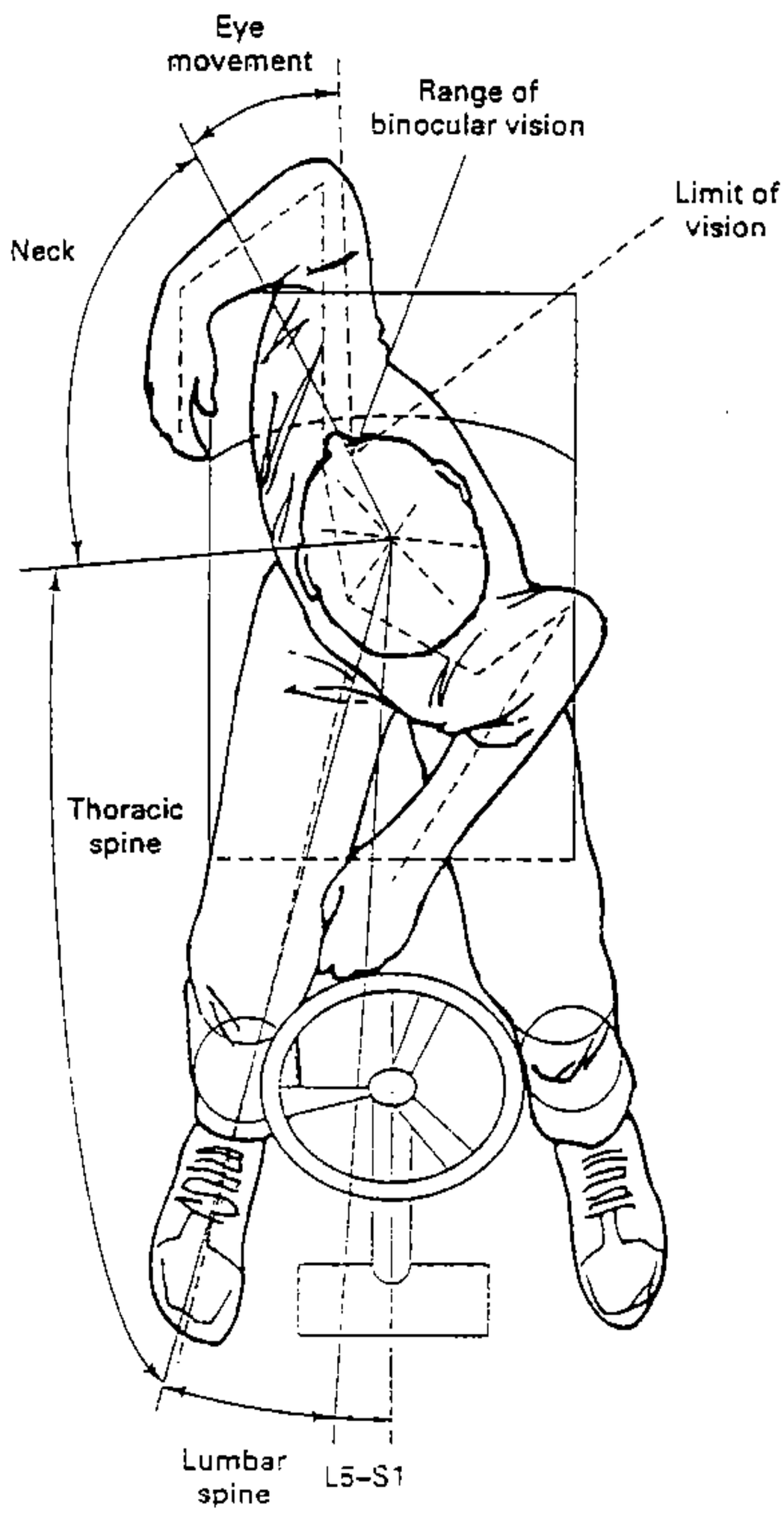


Figure 8-4(c). Contorted body posture of the trencher operator looking at the trenching equipment (modified from Brennan, 1987).

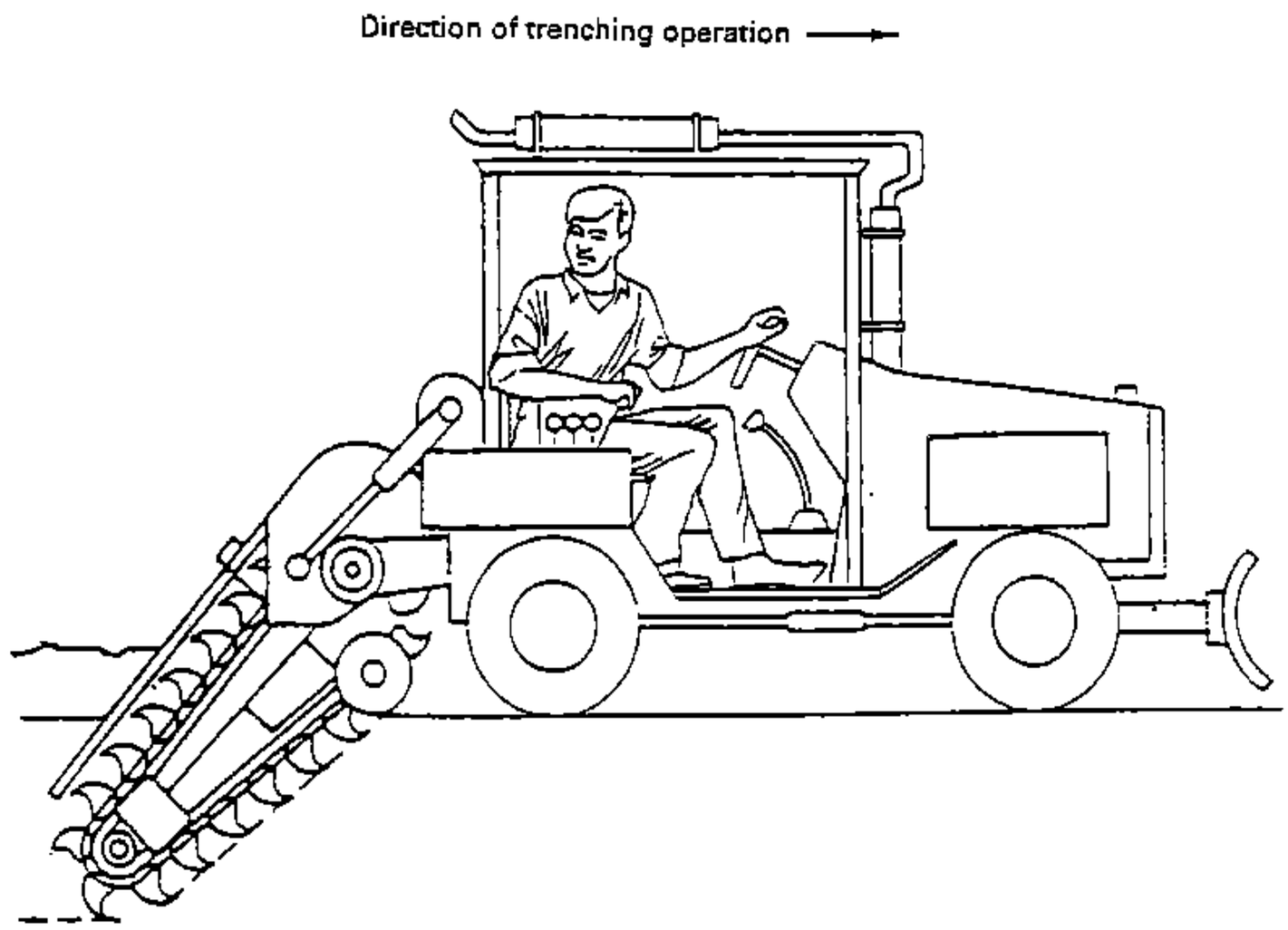


Figure 8-4(a). Trencher (with permission from Brennan, 1987).

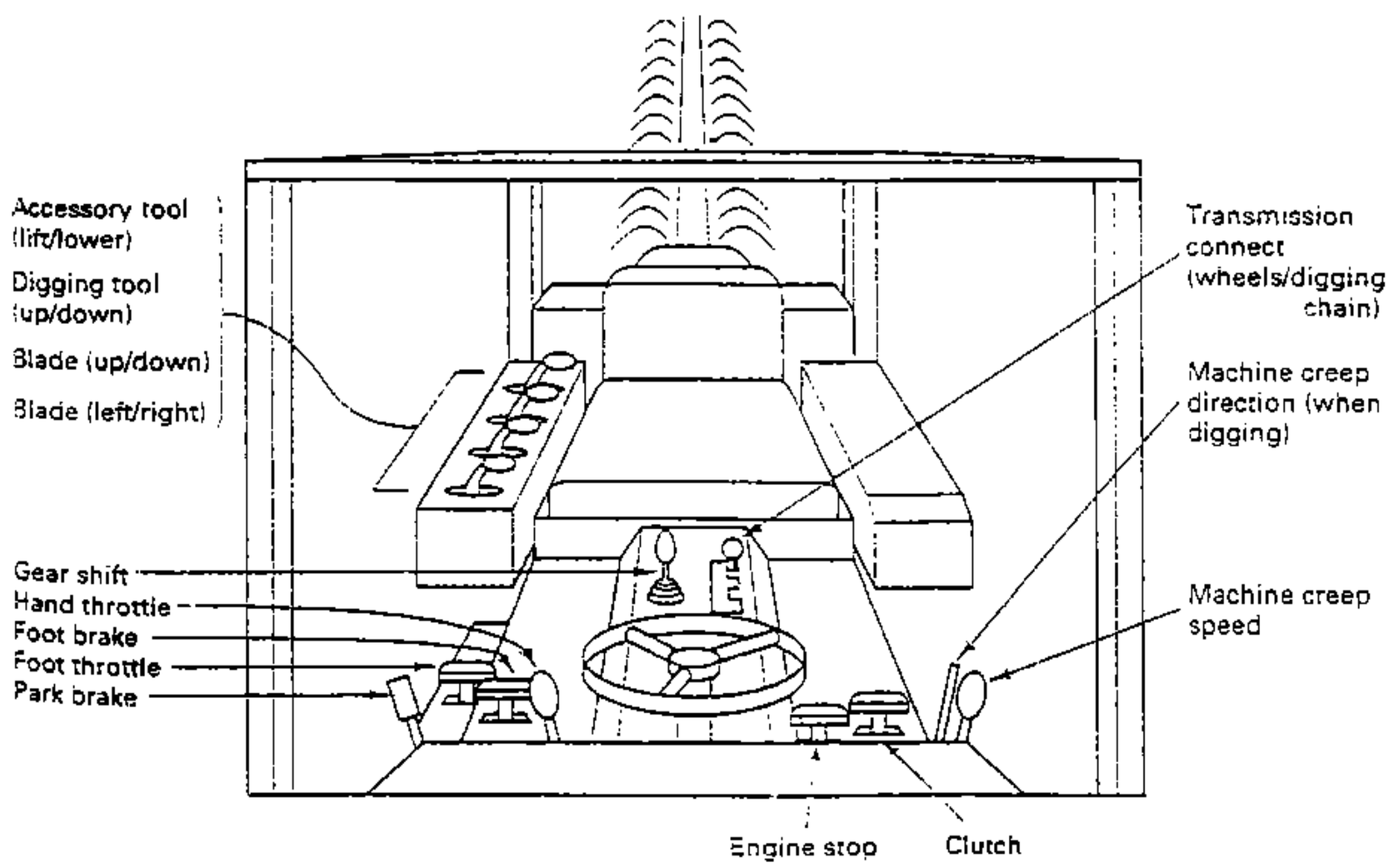


Figure 8-4(b). Frontal view of the trencher cab (with permission from Brennan, 1987).

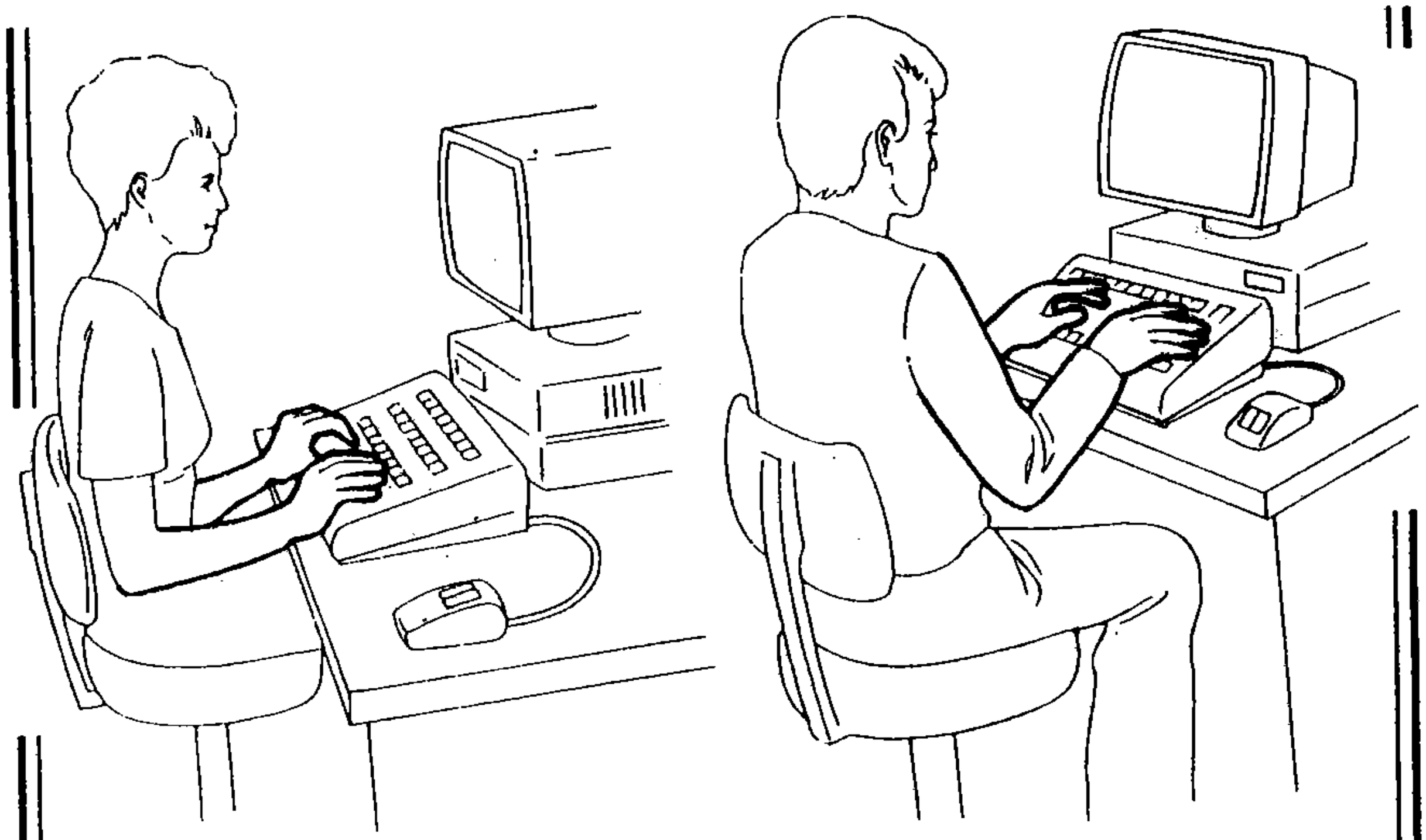


Figure 8-39. Dropped and elevated wrists. Note also the pressure at the edge of the table. SOURCE: Courtesy of Herman Miller Inc.

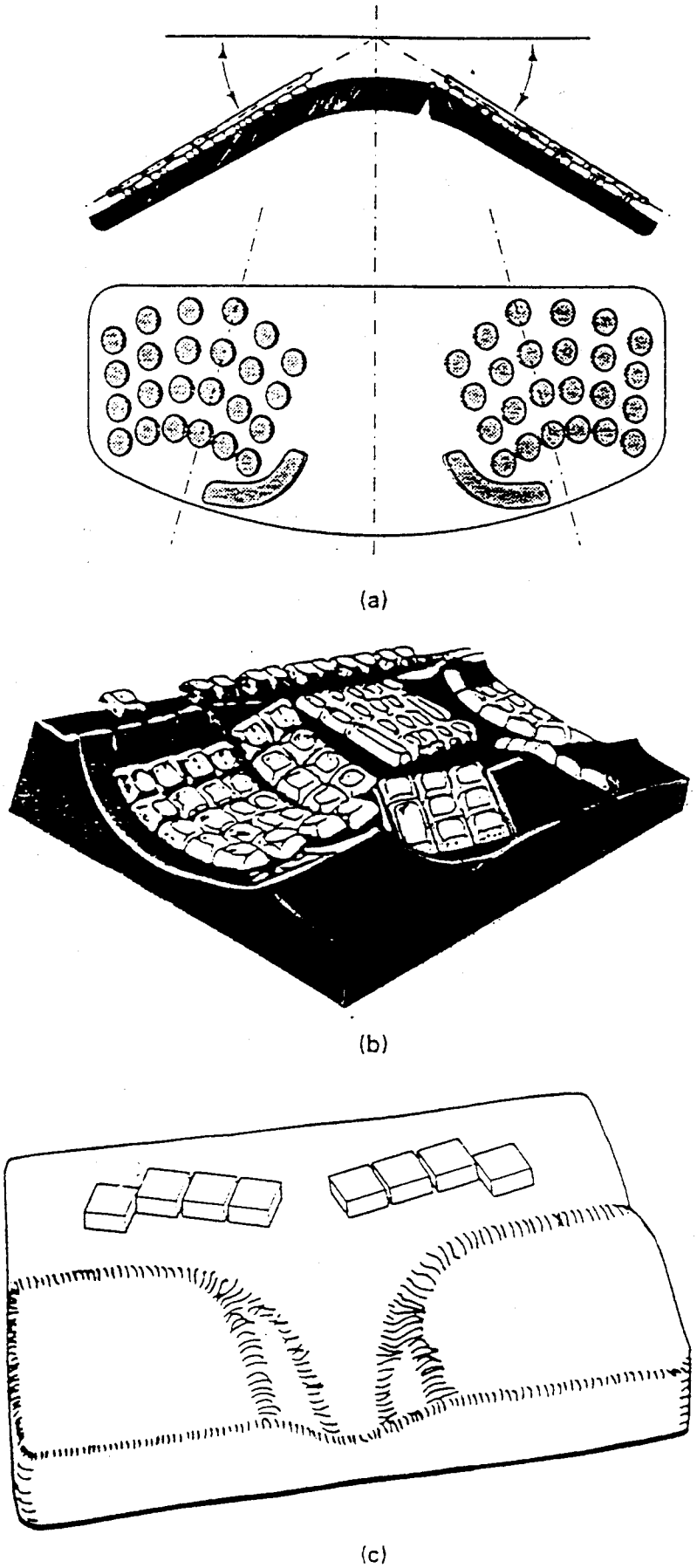


Figure 9-17. Examples of keyboards: (a) K-keyboard®, (b) Maltron®, and (c) the Ternary Chord Keyboard®.

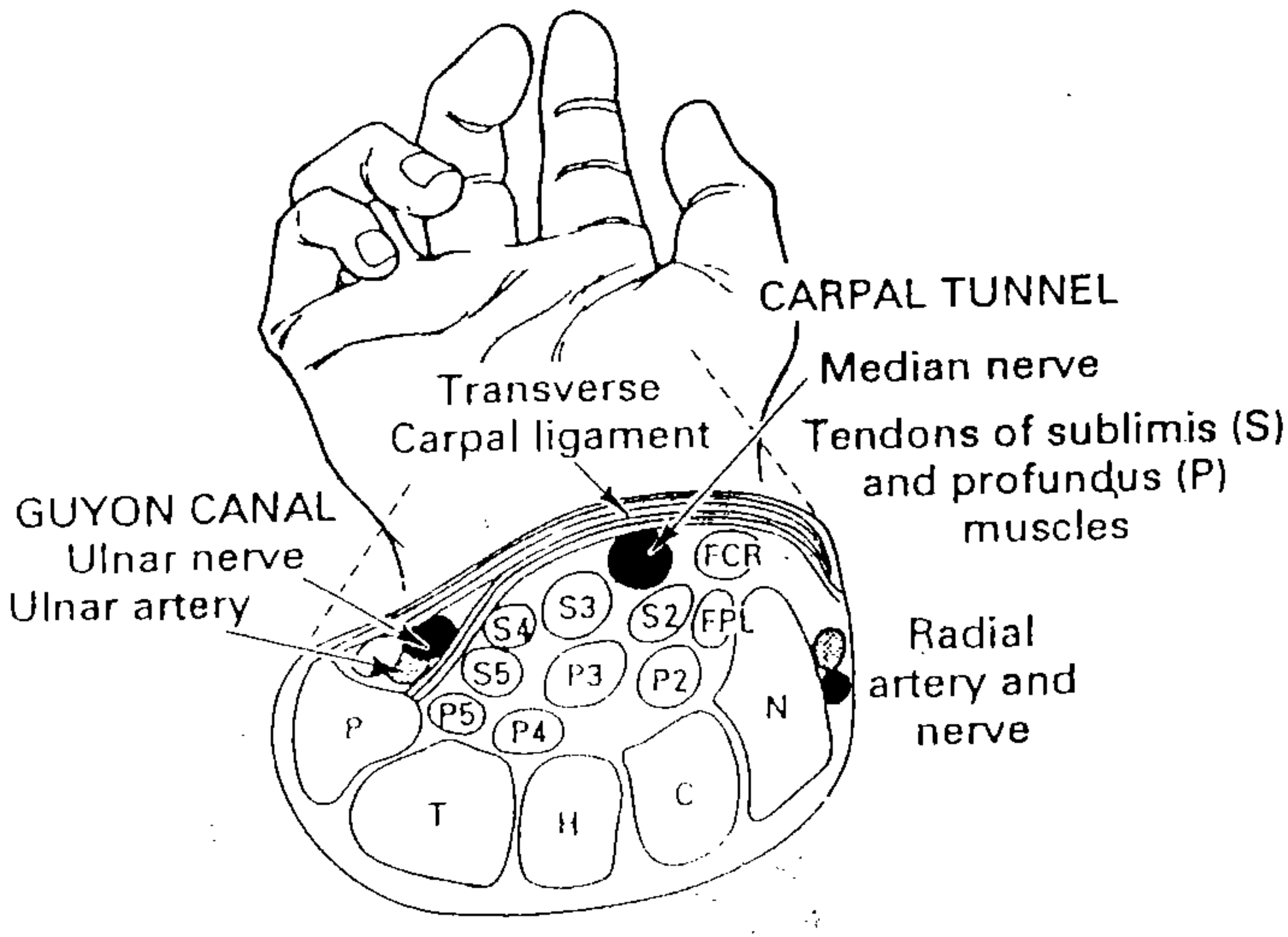


Figure 8-38. Schematic view of the carpal tunnel with the tendons of the superficial (S) and profound (P) finger flexor muscles, flexors of the thumb (FCR, FPL), nerves and arteries, carpal bones (P, T, H, C, N) and ligaments (adapted from Kroemer, 1989).

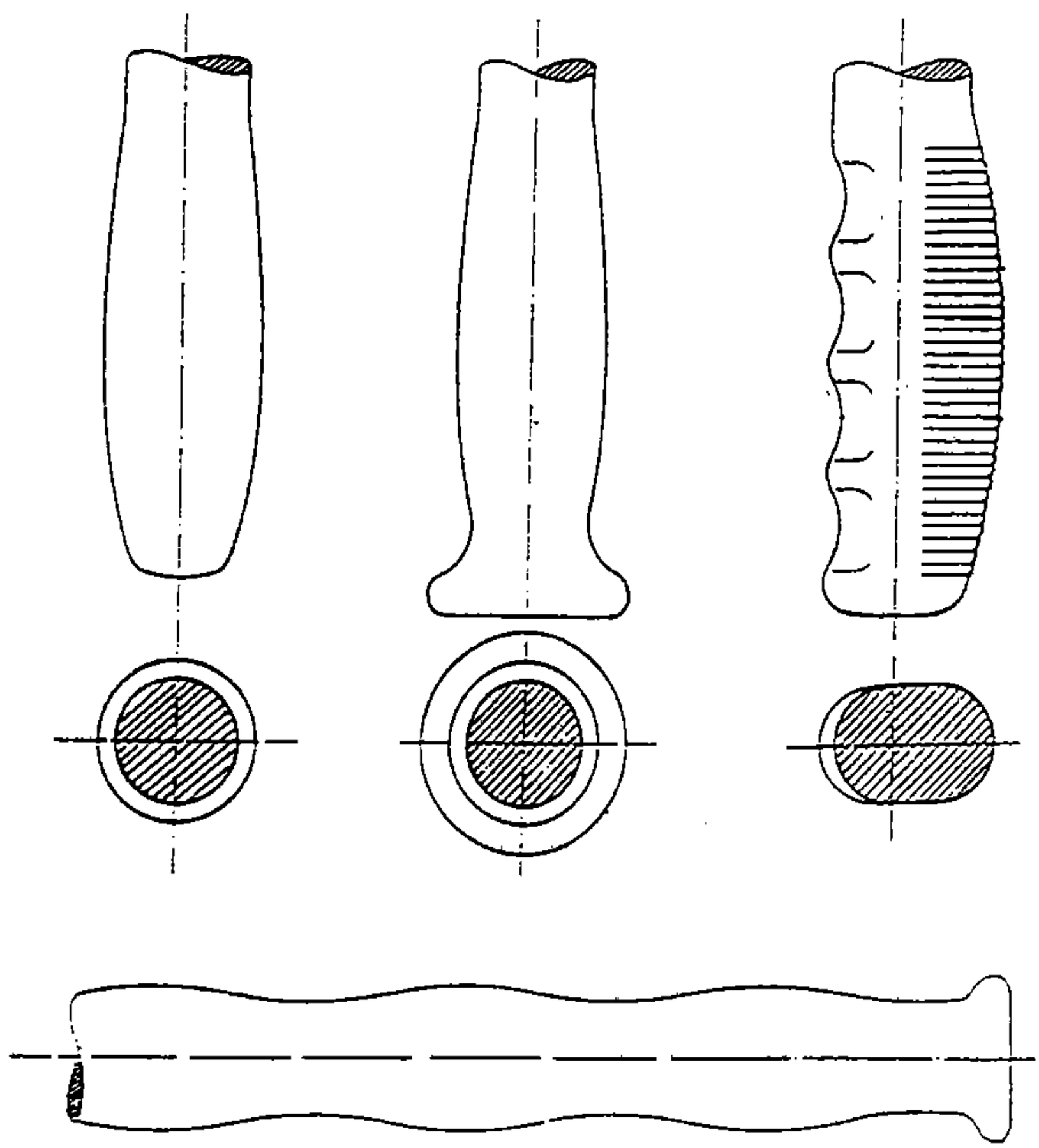


Figure 8-32. Suitable bulges and constrictions along the handle allow many hand positions without severe tissue compression. A flange at the end presents the hand from sliding off the handle.

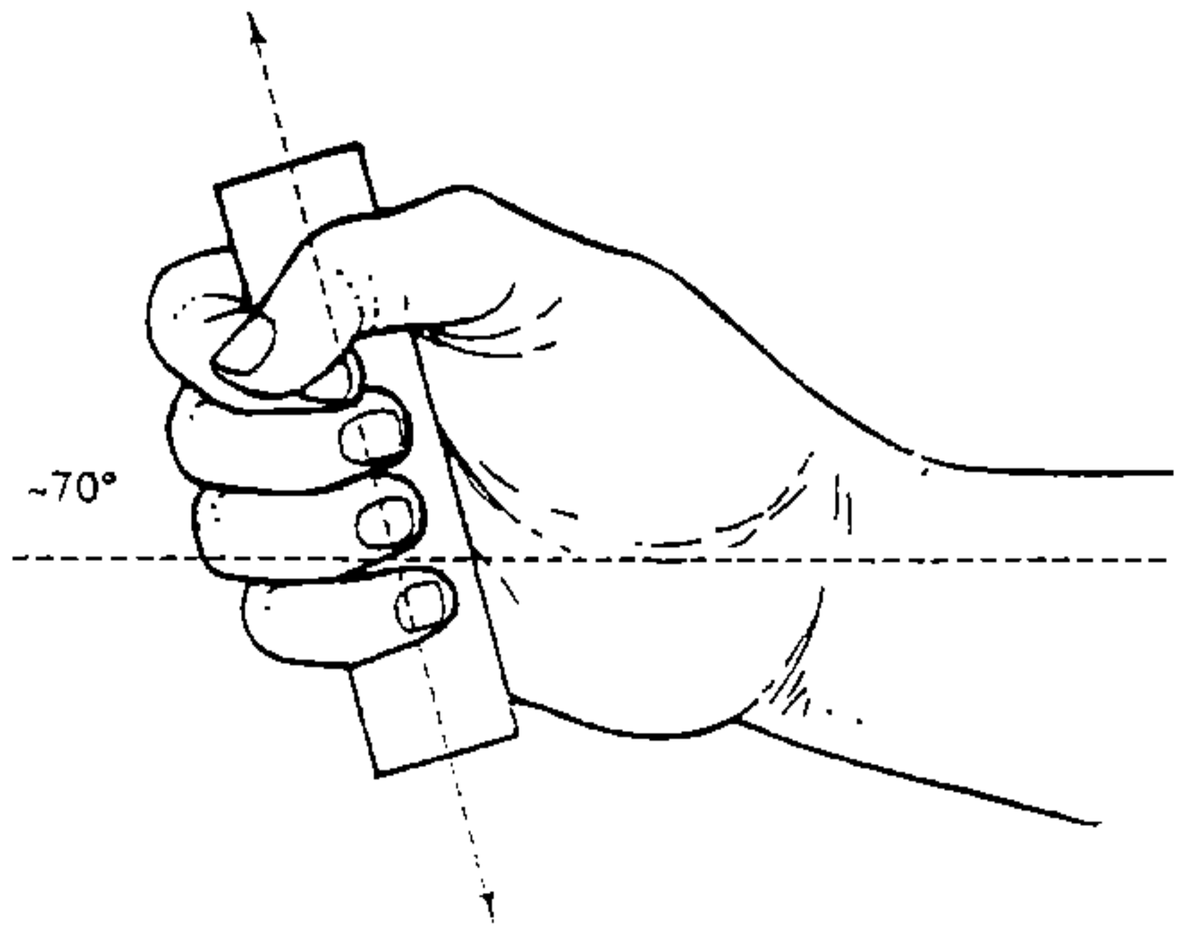


Figure 8-29. The natural angle between forearm and grasp center is about 70 degrees.

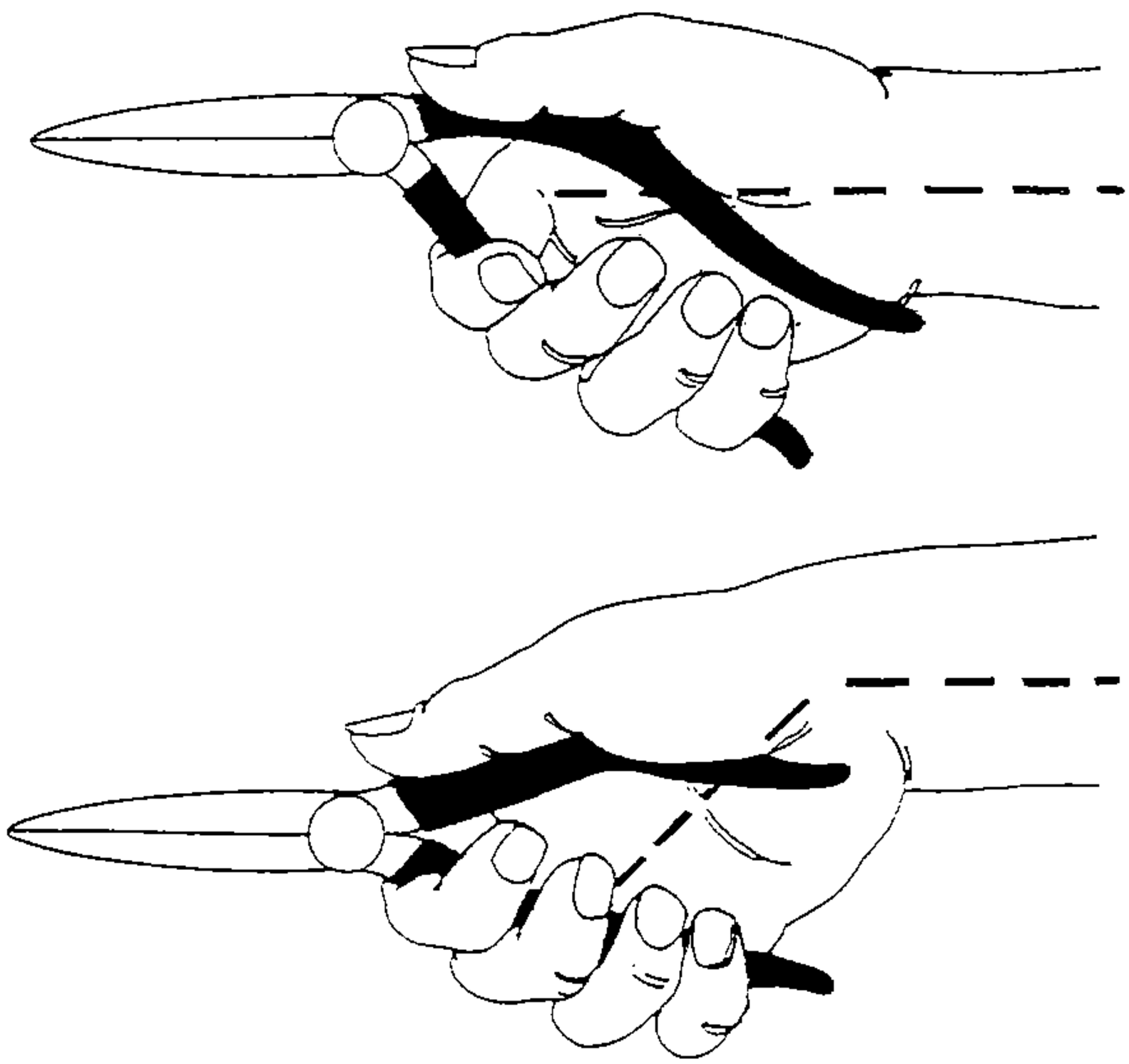


Figure 8-30. Common use of straight-nose pliers is often accompanied by a strong bend in the wrist (modified from NIOSH, 1973).

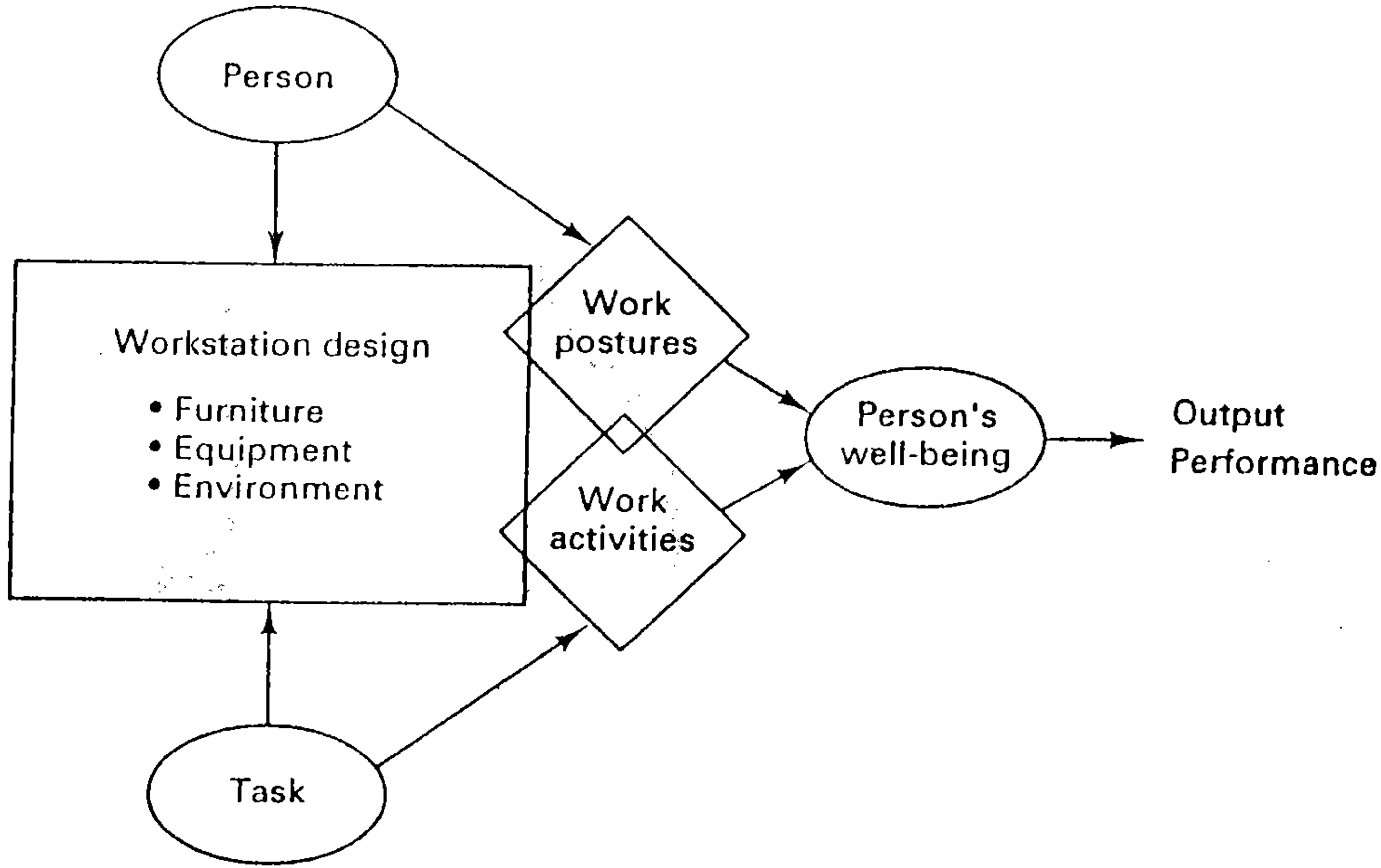


Figure 9-9. Interactions among person, task, workstation design, and performance.

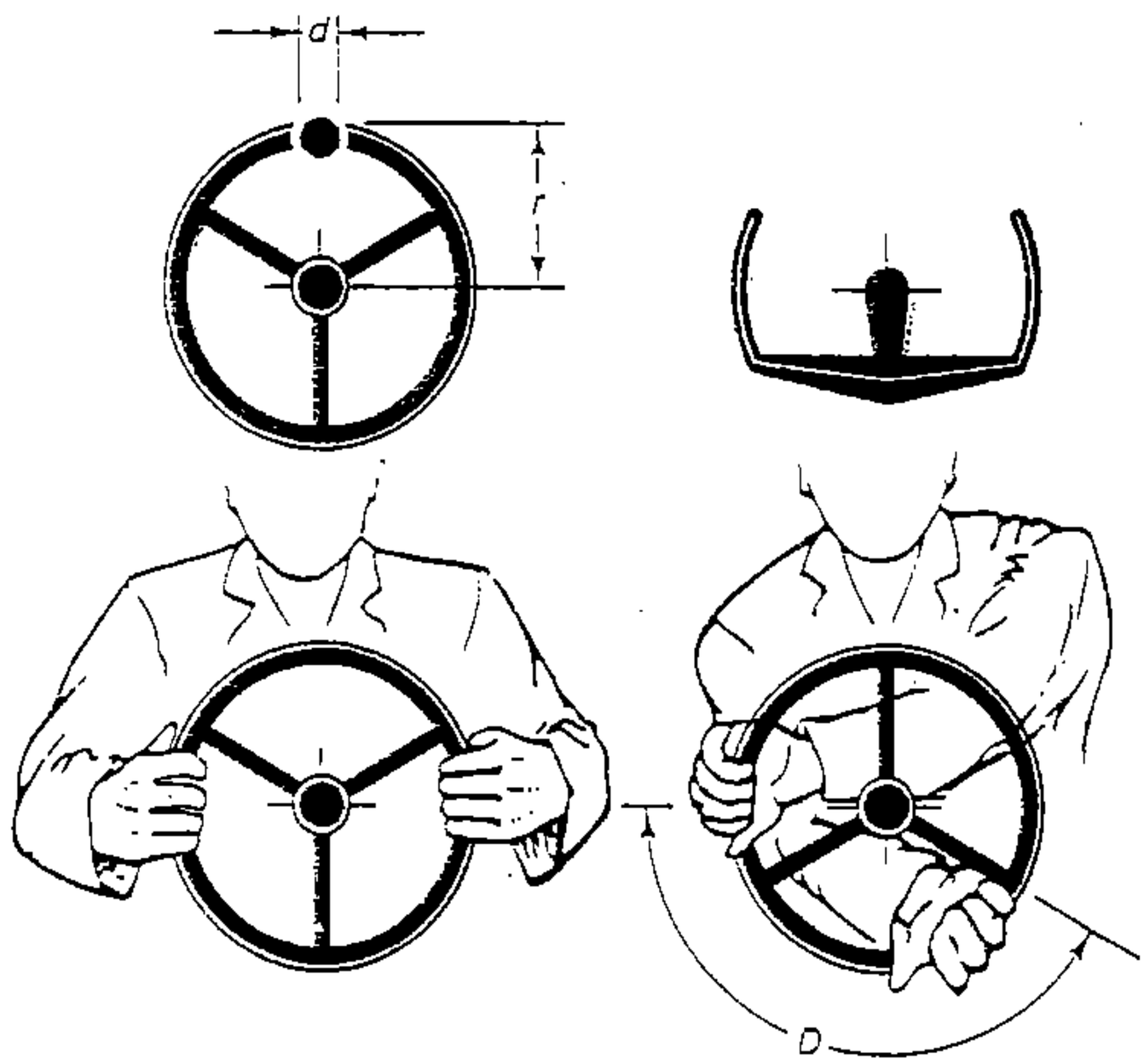


Figure 11-11. Handwheel. (Modified from MIL-HDBK 759.)

TABLE 11-14. DIMENSIONS OF A HANDWHEEL

	r, Wheel radius					
	With powersteering (mm)	Without powersteering (mm)	*d* Rim diameter (mm)	Tilt from vertical (degrees)	*R* Resistance (N)	*D* Displacement both hands on wheel (degrees)
Minimum	175	200	19	30 Light vehicle	20	—
Preferred	—	—	—	—	—	—
Maximum	200	255	32	45 Heavy vehicle	220	120

Note: Letters correspond to measurements illustrated in Figure 11-11.

SOURCE: Modified from MIL-HDBK 759.

TABLE 11-1. CONTROL MOVEMENTS AND EXPECTED EFFECTS

	Direction of control movement											
Effect	Up	Right	Forward	Clockwise	Press*, Squeeze	Down	Left	Rearward	Back	Counter-clockwise	Pull**	Push**
On	1	1	1	1	2	—	—	—	—	—	1	—
Off	—	—	—	—	—	1	2	2	—	1	—	2
Right	—	1	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—
Left	—	—	—	—	—	—	1	—	2	—	—	—
Raise	1	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—
Lower	—	—	2	—	—	1	—	—	—	—	—	—
Retract	2	—	—	—	—	—	—	1	—	—	2	—
Extend	—	—	1	—	—	2	—	—	—	—	—	2
Increase	2	2	1	2	—	—	—	—	—	—	—	—
Decrease	—	—	—	—	—	2	2	1	—	2	—	—
Open Valve	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—
Close Valve	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—

Note: 1 = most preferred; 2 = less preferred.

* With trigger-type control.

** With push-pull switch.

SOURCE: Modified from Kroemer, 1988d.

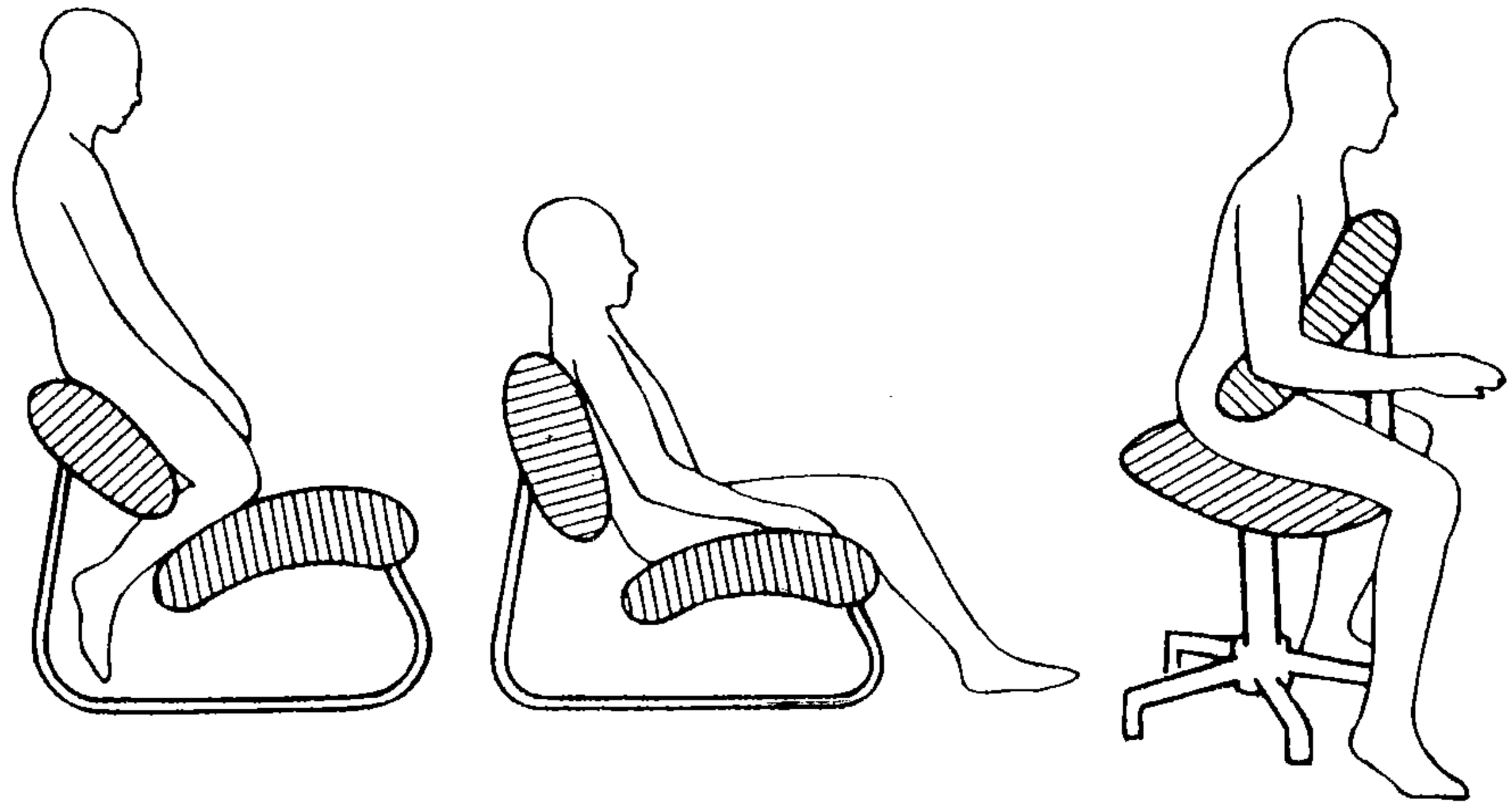


Figure 9-1. Modes of sitting.

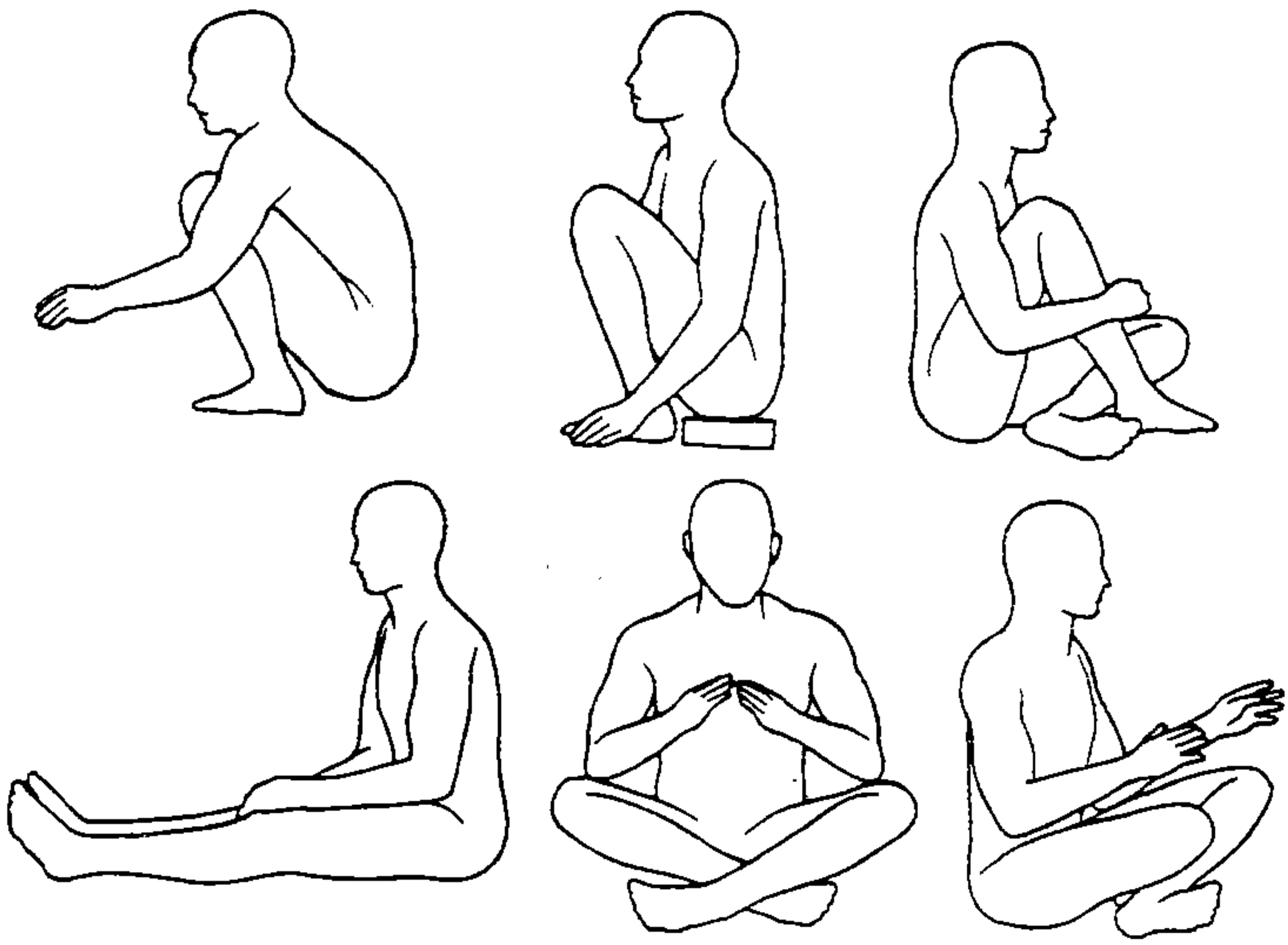


Figure 8-9. Working postures often encountered in Asia.

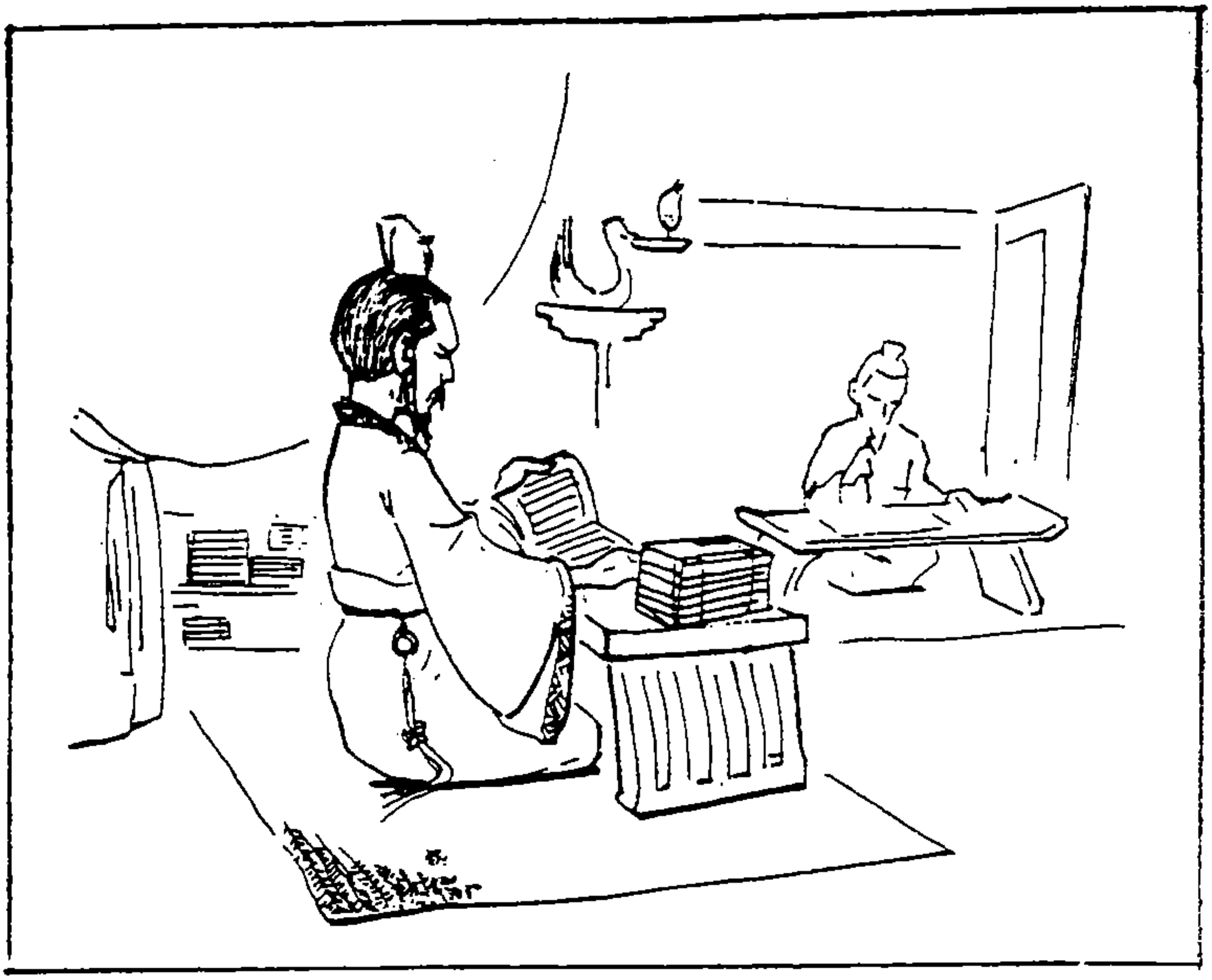


Figure 8-10. For thousands of years, Chinese lived on mats (Xing, 1988).

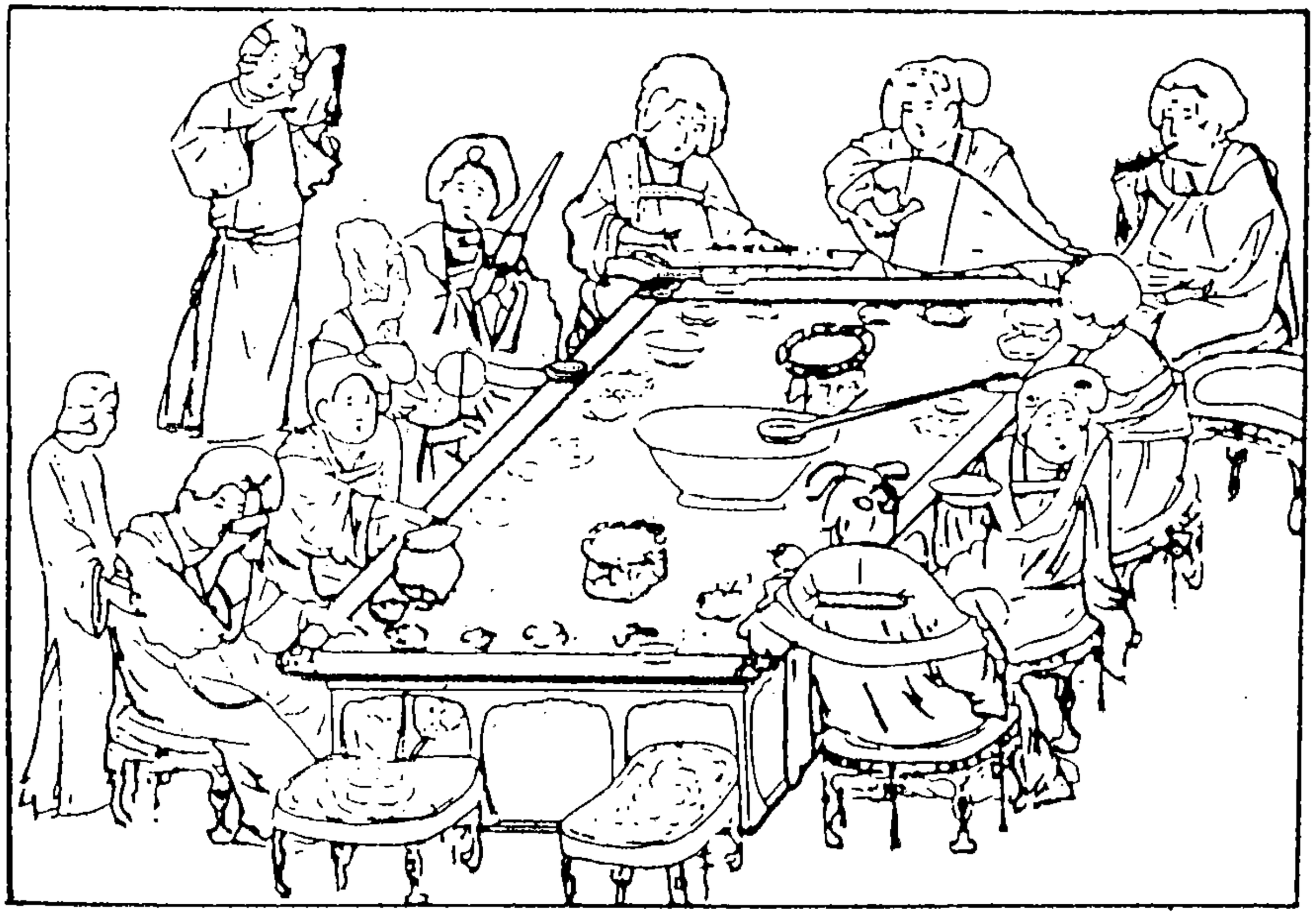


Figure 8-11. By the Tang Dynasty (618–907 A.C.), stools and chairs had appeared in China and were gaining in popularity (Xing, 1988).

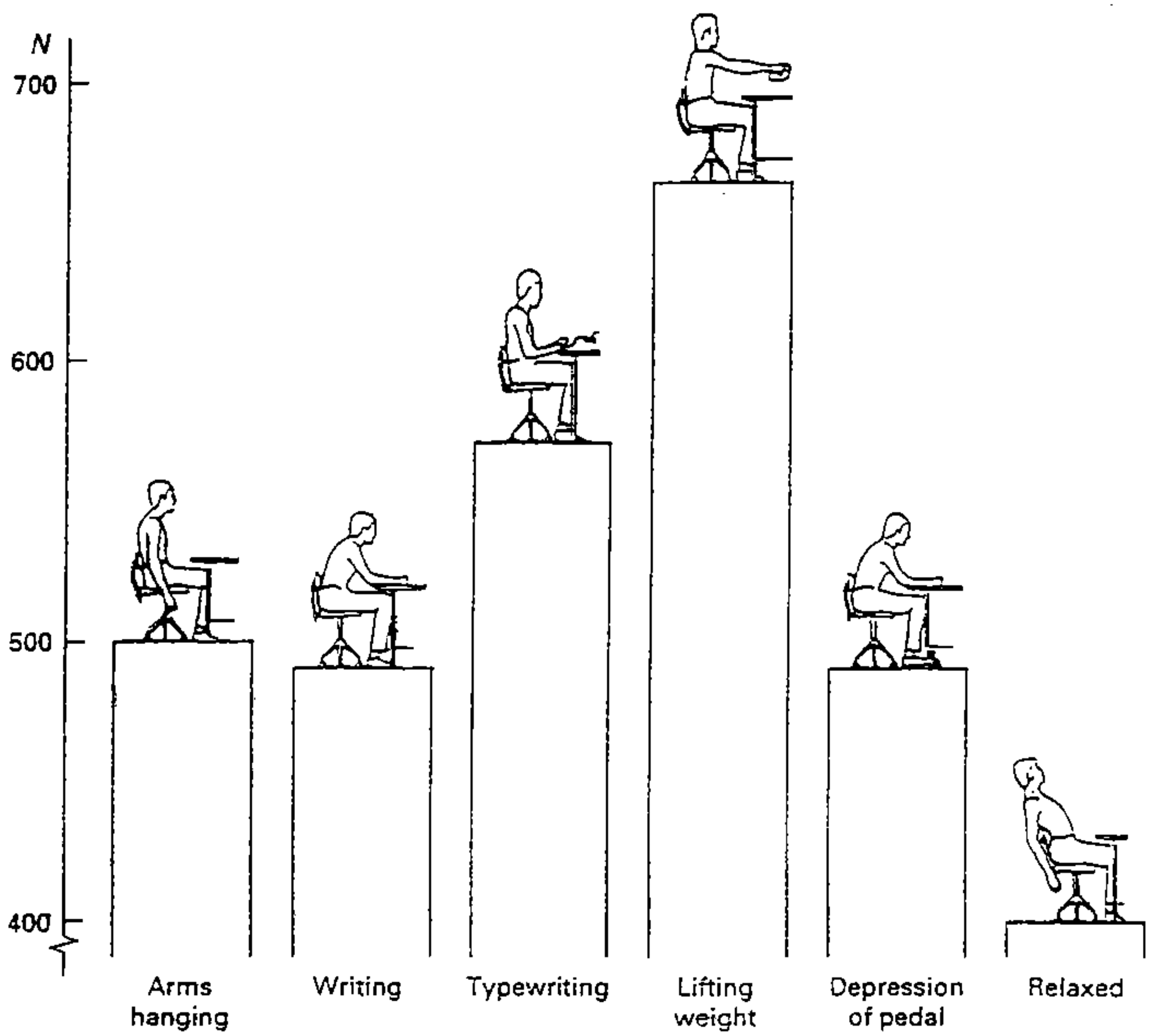


Figure 9-4. Forces in the third lumbar disk when sitting on an office chair with a small lumbar backrest at a desk (with permission from Chaffin and Andersson, 1984).

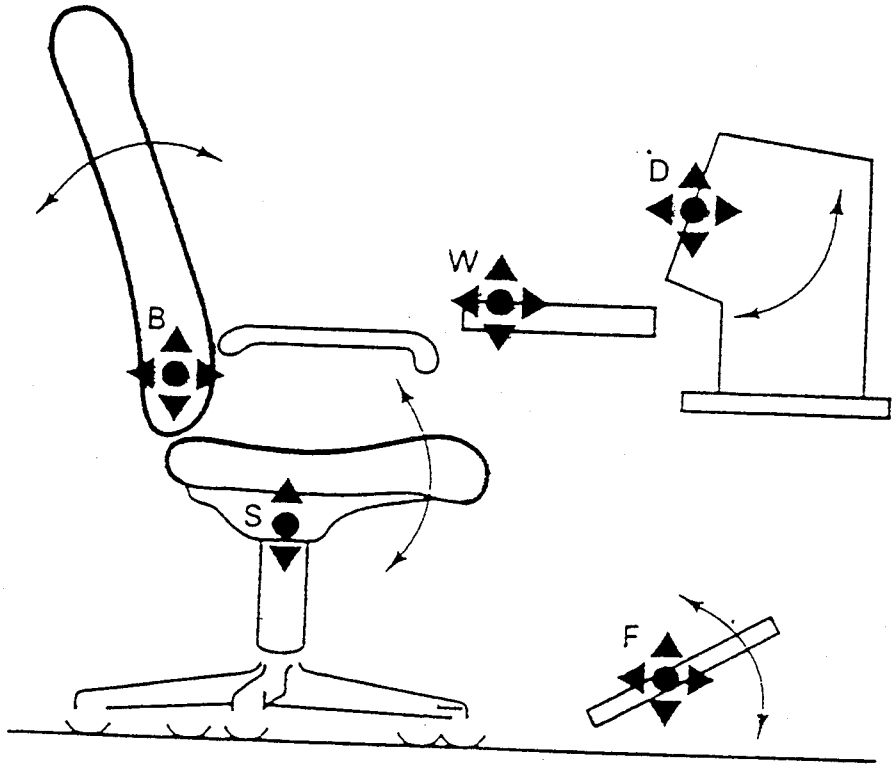
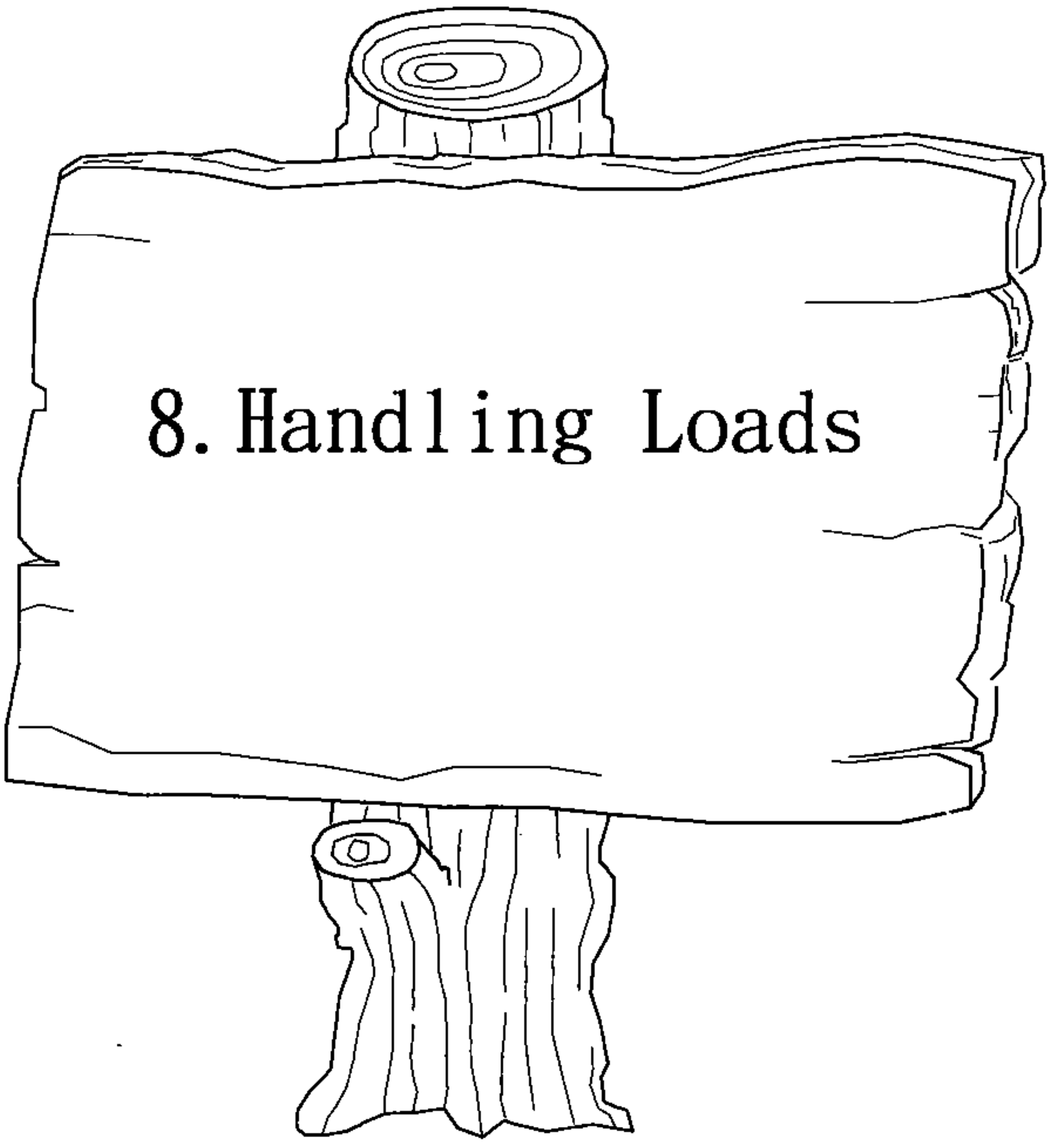


Figure 9-18. Adjustments of the components of a computer workstation.

TABLE 9-4. HEIGHT ADJUSTMENT RANGES ABOVE THE FLOOR IN CM FOR COMPUTER WORKSTATIONS

Seat pan	37 to 50
Keyboard support	53 to 70
Screen center	93 to 122
Work surface	53 to 70



8. Handling Loads

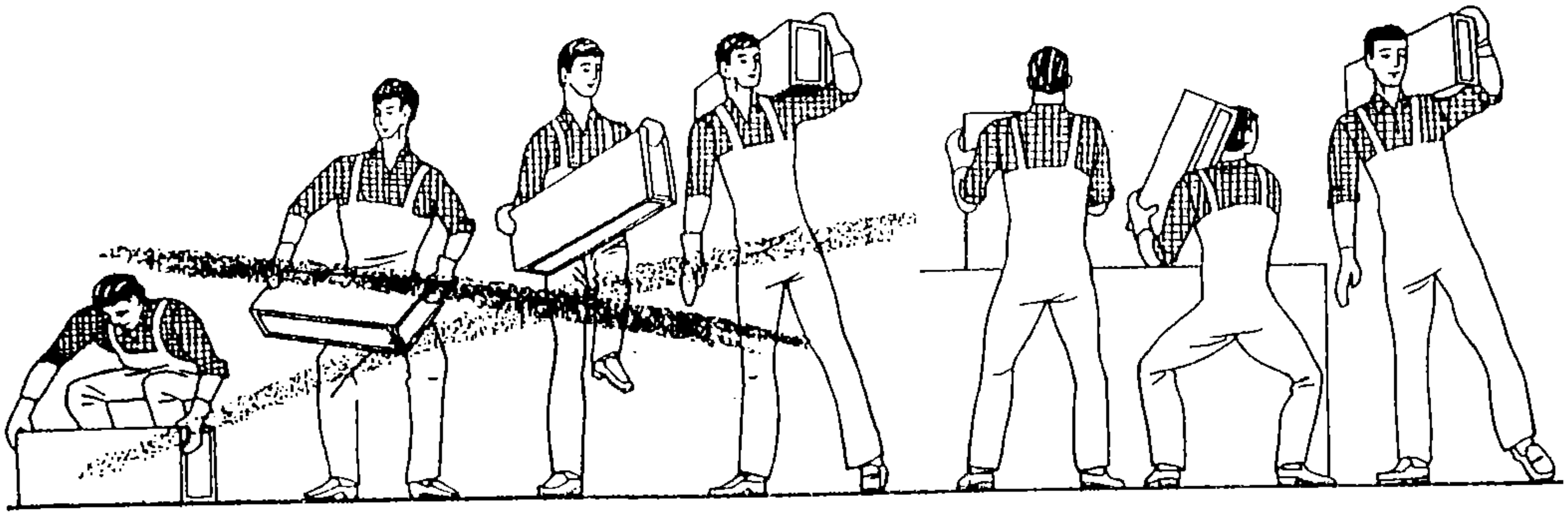


Figure 10-15. Store material at proper height. (Modified from International Labor Office, 1988.)

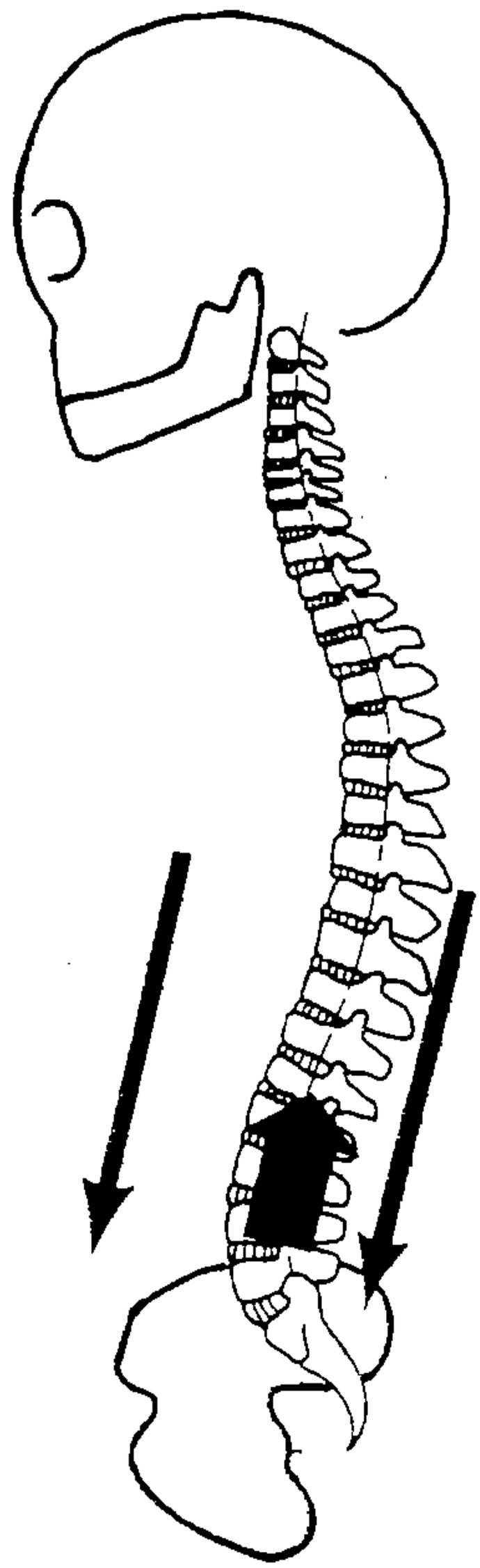


Figure 8-2. Activation of longitudinal trunk muscles generates spine compression.

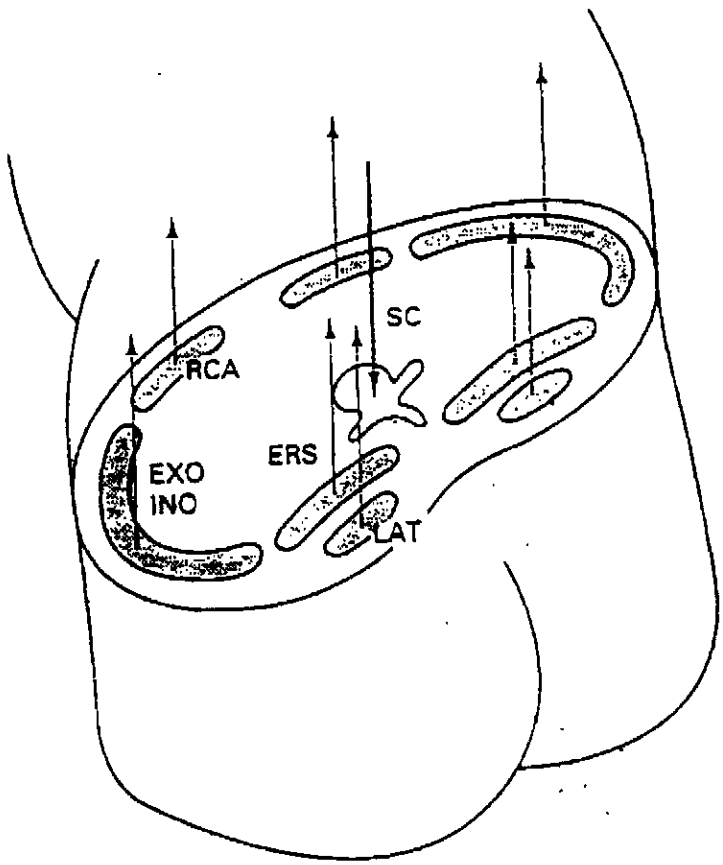
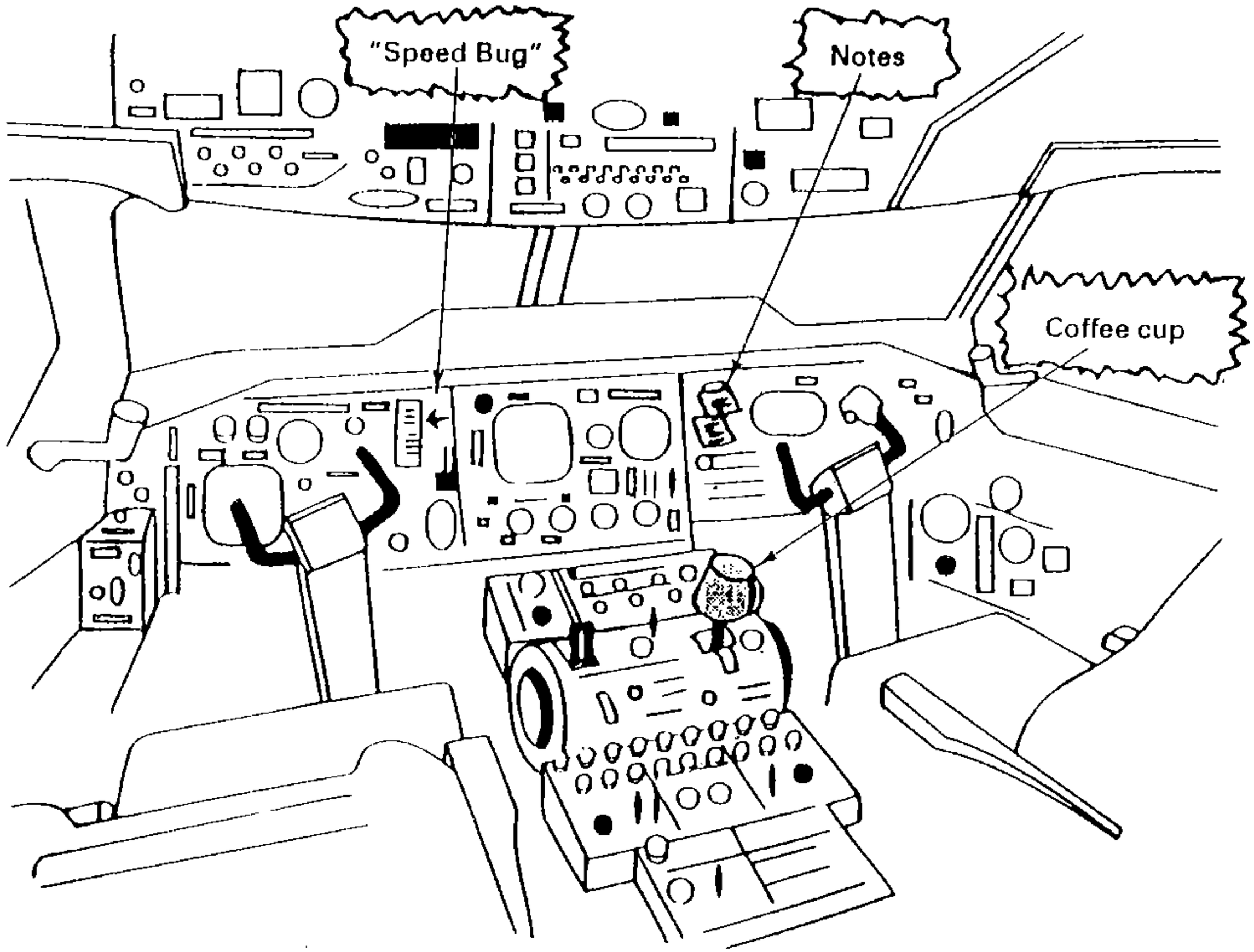


Figure 10-1. Sketch indicating the pull forces generated by the trunk muscles (RCA, rectus abdominus; EXO, INO, external and internal obliques; ERS, erector spinae; LAT, latissimus dorsi) resulting in spinal compression (SC). (Modified from Schulz and Andersson, 1981.)

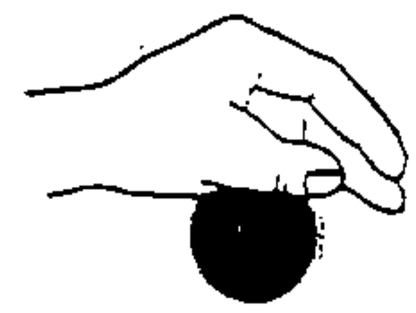
9. Selection, Design and Arrangement of controls and Displays

EXAMPLE



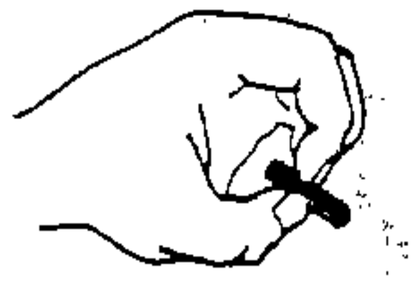
"Informal coding" used by aircraft crews (with permission from Norman, 1991).

Coupling #2. Palm Touch:
Some part of the palm (or hand) touches the object.



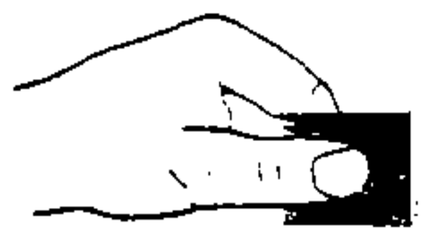
Coupling #3. Finger Palmar Grip (Hook Grip):
One finger or several fingers hook(s) onto a ridge, or handle. This type of finger action is used where thumb counterforce is not needed.

Coupling #4. Thumb–Fingertip Grip (Tip Pinch):
The thumb tip opposes one fingertip.

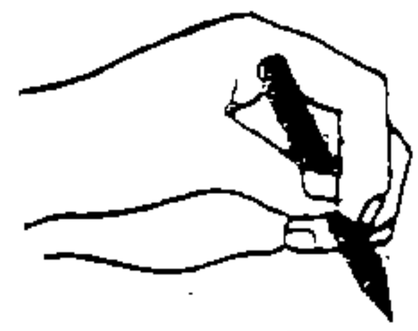


Coupling #5. Thumb–Finger Palmar Grip (Pad Pinch or Plier Grip):
Thumb pad opposes the palmar pad of one finger (or the pads of several fingers) near the tips. This grip evolves easily from coupling #4.

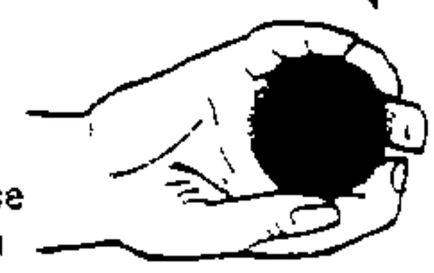
Coupling #6. Thumb–Forefinger Side Grip (Lateral Grip or Side Pinch):
Thumb opposes the (radial) side of the forefinger.



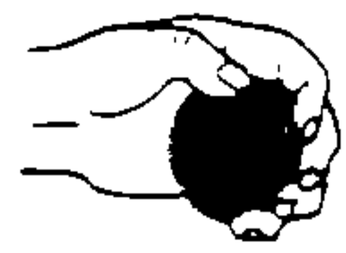
Coupling #7. Thumb–Two–Finger Grip Grip (Writing Grip):
Thumb and two fingers (often forefinger and middle finger) oppose each other at or near the tips.



Coupling #8. Thumb–Fingertips Enclosure (Disk Grip):
Thumb pad and the pads of three or four fingers oppose each other near the tips (object grasped does not touch the palm). This grip evolves easily from coupling #7.

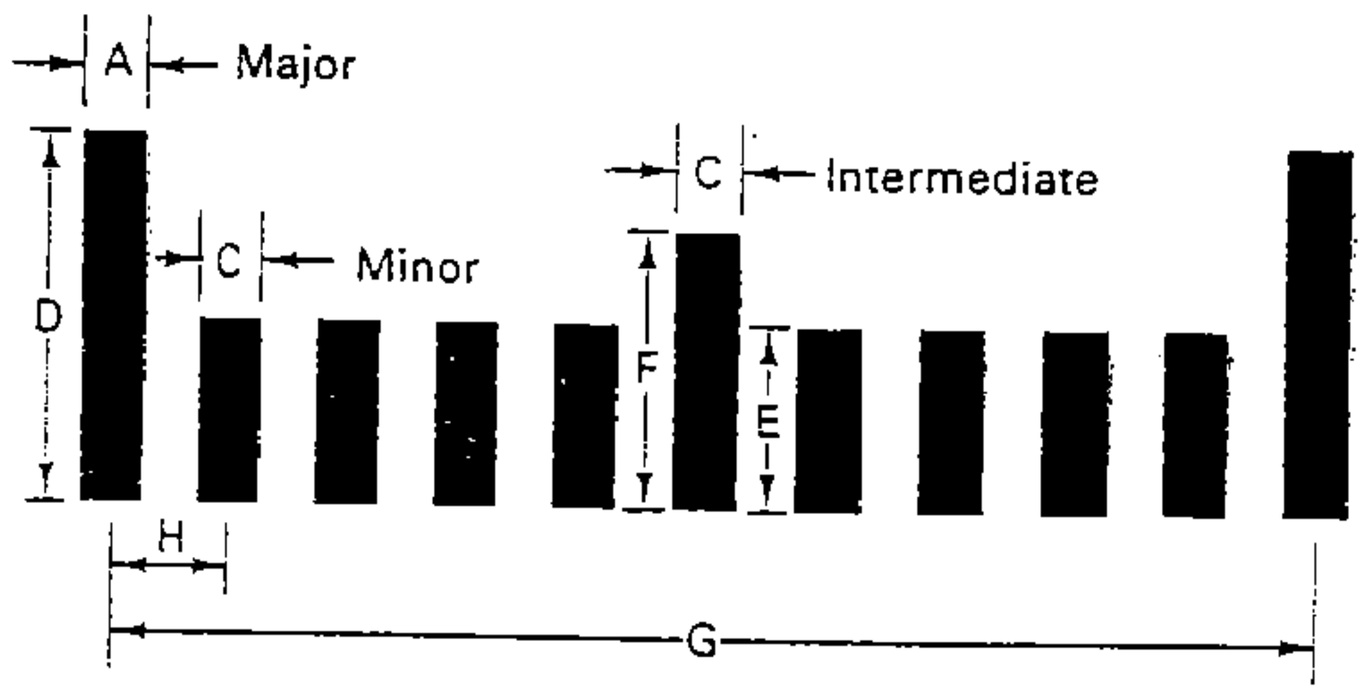


Coupling #9. Finger–Palm Enclosure (Collet Enclosure):
Most, or all, of the inner surface of the hand is in contact with the object while enclosing it. This enclosure evolves easily from coupling #8.



Coupling #10. Power Grasp:
The total inner hand surfaces is grasping the(often cylindrical) handle which runs parallel to the knuckles and generally protrudes on one or both sides from the hand. This grasp evolves easily from coupling #9.

Figure 8-26. Couplings between hand and handle (adapted with permission from "Coupling the Hand with the Handle: An Improved Notation of Touch, Grip, and Grasp" by Karl H. E. Kroemer, *Human Factors*, Vol. 28, No. 3, 1986). Copyright 1986 by the Human Factors and Ergonomics Society, Inc. All rights reserved.



Dimension (in mm)	Viewing distance (in mm) 710	910	1525
A (Major index width)	0.89	1.14	1.90
B (Minor index width)	0.64	0.81	1.37
C (Intermediate index width)	0.76	0.99	1.63
D (Major index height)	5.59	7.19	12.00
E (Minor index height)	2.54	3.28	5.44
F (Intermediate index height)	4.06	5.23	8.71
G (Major index separation between midpoints)	17.80	22.90	38.00
H (Minor index separation between midpoints)	1.78	2.29	.381

Minimum scale dimensions suitable even for low illumination

Figure 11-22. Scale marks. (Reprinted from MIL-HDBK 759.)

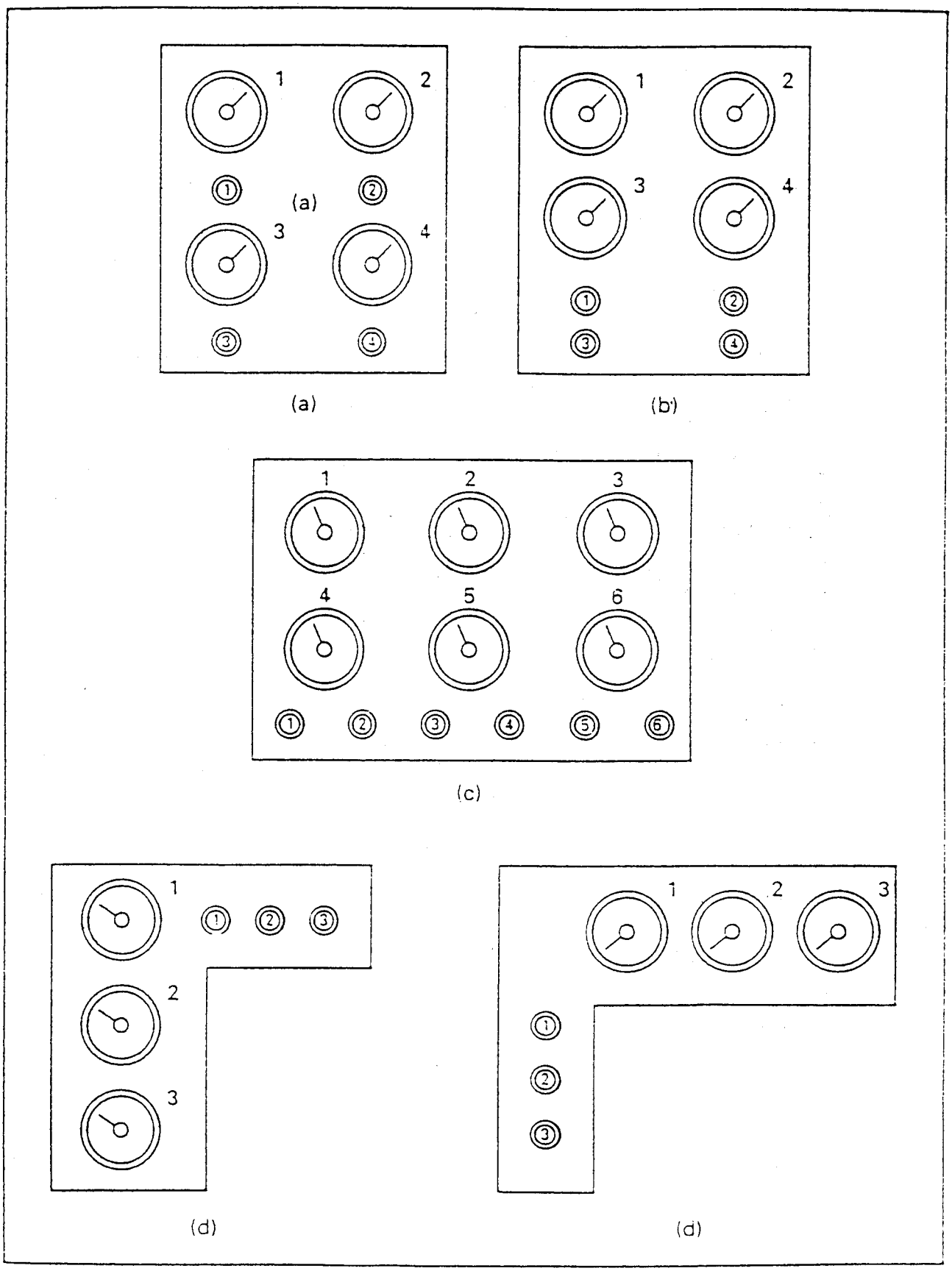


Figure 11-24. Control-display relationships. Adapted from MIL-HDBK 759.)

TABLE 11-21. MAXIMAL NUMBER OF STIMULI FOR CODING

Visual stimuli	
Light intensity ("brightness")	2
Color of surfaces	9
Color of lights (lamps)	3
Flash rates of lights	2
Size	3
Shape	5
Auditory stimuli	
Frequency	4
Intensity ("loudness")	3
Duration	2

SOURCE: Adapted from information compiled by Cushman and Rosenberg, 1991.

10. Designing for Special Populations

Problems/ Manifestations	Senescence	Arteriosclerosis	Hypertension	Parkinson's disease	Peripheral neuropathy	Drowsiness	Cataracts/glaucoma	Arthritis	Paget's disease	Osteoporosis	Low back pain	Bronchitis/emphysema	Pneumonia	Diabetes	Senile dementia
General debility	☆		☆	☆	☆			☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	
Mobility	☆	☆		☆	☆		☆	☆	☆		☆				
Posture	☆			☆			☆	☆	☆	☆	☆				
Pain		☆		☆	☆			☆	☆		☆				
Incoordination		☆		☆	☆		☆	☆							
Reduced sensory input	☆	☆			☆	☆	☆								
Loss of balance	☆	☆		☆			☆								
Reduced joint mobility								☆	☆	☆	☆				
Weakness in muscles	☆			☆	☆			☆							
Auditory disorders	☆					☆		☆						☆	☆
Locating body in space		☆					☆	☆							
Shortening of breath		☆		☆								☆	☆		
Deformity								☆	☆	☆					
Memory impairment		☆													☆
Visual problems	☆	☆					☆							☆	
Disorientation		☆		☆											☆
Loss of sensation	☆				☆	☆									
Cognition disturbance		☆		☆											
Incontinence		☆													☆
Speech disorders				☆		☆	☆								
Touch disabilities	☆				☆			☆						☆	

Figure 12-4. Problems arising from common age-related disorders. (Adapted from Kemmerling, 1991.)

TABLE 12-8. MEASURES OF DAILY LIVING

Instrumental activities of daily living (IADL)	Activities of daily living (ADL)
Managing money	Living
Shopping	Bed/chair transference
Light housework	Indoor and outdoor mobility
Laundry	Dressing
Meal preparation	Bathing
Making a phone call	Toileting
Taking medication	

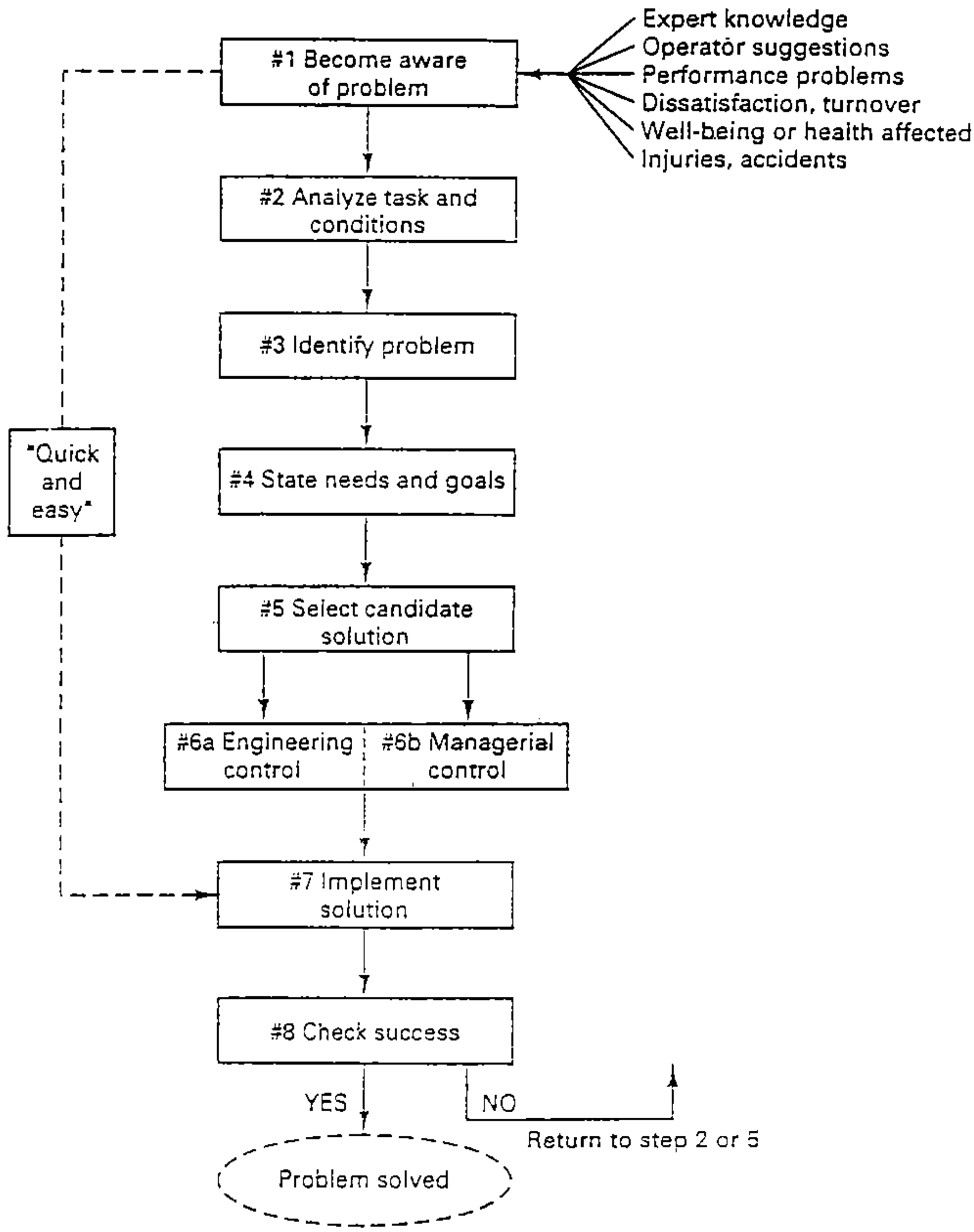


Figure E-1. Steps to identify and preempt or solve ergonomic problems.

附錄二

導　論

A.研究動機

1989年5月26－28日，歐洲共同體委員會（Commission of the European Communities, C.E.C.），在英國劍橋舉辦全球的研討會，主題爲“車輛系統操作中的失誤”，與會中有國際知名車輛人因工程學者、專家十七位發表相關研究之學術性論文，這些論文並由英國劍橋醫學研究協會應用心理學部門的Groeger和Brown編輯以專刊登載於1990年之Ergonomics期刊。所有這些論文與早期在1986年11月9－11日於瑞士舉辦的C.E.C.同形式研討會，主題爲“車輛操作中的冒險性決策”（該次研討會由Brown和Janssen編輯後登載於1988年之Ergonomics期刊）。這些著名的國際性學術活動均顯示工業國家對車輛操作之人因工程學的極端重視。

台灣地區經由數十年來政府、企業及民衆的努力，生活水準及經濟能力之提高已是有目共睹，但另方面也產生甚多的負作用。根據有關單位的統計，台灣地區在民國七十五年共發生車禍8630件，所造成的死亡人數高達4139人，而其中由機車肇事造成的次數最高，占了2657件。另外以地方爲例，依台南縣警察局交通隊統計，七十七年在縣內31個鄉鎮市共計發生交通事故 231件，其中一般車禍47件、重傷車禍184件、死亡202人、輕重傷 195人，車禍件數偏高已達怵目驚心之地步。兩肇事車種，則以機車最多佔35%、自小客車佔21%、大貨車佔15%、小貨車佔14%等。由此資料顯示，在台灣地區機動車輛日益增多時，如果駕駛人稍有疏忽，就很容易肇生禍端，尤其是機車。

人、車、路（Driver-Vehicle-Road system）是交通安全的三個基本元素。產品設計師必須調和人－機械系統，減輕人類視認及操作的疲勞及心理負擔等人因工程學所賦予的課題，以確保車上乘員的安全、舒適，同

時對交通秩序也應提供更好的事前預防的週全設計。

美國General Motors Research Lab.的Dr. David C. Viano及Dr John. D. Stotes ，在紐約醫學學院發表於汽車傷害研討會中論文與Dr. Jevyy Barancik Sc D., 在Brookharem國家實驗室的傷害預防和分析組織與Chrysler Motors Corp之 Bert Smith,均指出由汽車安全性之演進，有關災害的預防Accident avoidance 中人因工程 (Human Factors Issues) 佔第一首位，駕駛員之訓練及動態衝實驗 (FMVSS214) 則爲次要因素。並預測西元2000年後,現代汽車均變得愈復雜儀表板上可能有極强電腦微處理機與複雜的電子系統；另一方面，汽車被使用之層面必十分廣泛，在年齡、教育、文化背景各方面都有相當的差異，故人因工程之研究必更爲重要，俾進一步滿足大多數人不同的需求與視覺、操作的特性。

國際標準組織亦對汽車視覺展示器規範相當嚴密之標準，例如：ISO 4040除了定義視覺陳示區必須爲所有駕駛者所視認，並對指示器規範須有 $18mm^2$ 的照明區域,基本上由指標及量表 (identification & scale) 所構成，均爲視覺識別及安全性之重要人因工程設計之參考。反觀中國國家標準規範仍頗粗略與疏忽 (見CSN類號D1001～D4014) ，以目前之汽車第三剎車燈，在歐、美均有相當之標準規範，而我國則獨缺，影響所及是國產車與進口車，其第三剎車燈設計一片混亂，安全性因而大打折扣，亦可知國內對汽機車相關之人因工程基礎研究之落後。

綜上所述，汽機車造形設計者，要確實做到車體設計與人因工程學的理想與實際相結合，才能發揮汽機車造形設計的最大效益。

B.研究目標

1. 發展適合國人使用之汽機車設計相關人因工程準據，提高產品品質。
2. 藉此人－－機界面之研究，提昇駕駛者之視覺效率與安全性，及增進生

重型及輕型機車駕駛者對安全性及舒適性之問卷調查研究報告

1.機車舒適性問卷調查之研究

1-1 前言

由於台灣地區狹小，人口擁擠，市區內道路阻塞，停車位一位難求，在這種情況下，機車這種輕便而富機動性的代步工具遂成爲國人的最愛，由台灣地區機車的驚人銷售量，就可見機車在台灣受歡迎的程度，現有的機車廠商也爲因應消費者不同的需求，設計出各種類型的機車。

但目前台灣市面上現有的機車車型是否滿足了台灣人民在使用機車時的舒適性需求？及台灣消費者對目前現有機型使用時的態度與滿意程度如何？這些都是我們極欲了解的問題；當然機車操作時的舒適性與滿意程度是個極複雜的心理問題，必定涵蓋了許多的變數；於是研究者乃採取問卷統計的方式，了解受測對象對機車使用後的〝整體感受〞，而所作的調查乃著眼於大範圍（涵蓋多項變數）的心理或生理的感受，而不做機車細部結構（單一變數）的探討。

在本次問卷統計中，研究者欲探討的有：

(1)在各種不同的環境變數下（如天候，路況…等），受測的機車騎士會產生身體不適的部位爲何？並附帶了解不適部位最常發生在何處與其嚴重程度。

(2)在各種不同的環境變數下，針對不同之機型，統計出受測者對機車使用的〝整體滿意程度〞。

(3)何種機型最適合在什麼樣的環境下使用。

(4)附帶提出機車細部有關操作舒適性的問題，以了解機車在純粹的使用下

（不受其他變數影響），各部份使用的舒適程度。

這次問卷的結果，希望能針對以上各點了解台灣駕駛者對現有機車車型的評價及在各種環境變數下，駕駛者對機車有那些需求尚未滿足。

1-2 動機與目的

在台灣地區機車的使用情形相當普遍，而台灣的地形、天候、社會情形、價值意識、交通路況…等等不同的外在因素，都可影響台灣消費者對機車的使用態度。因此一味的在機械性能上做設計改良並不一定能滿足台灣消費者對機車的需求，所以研究者在本次的實驗中擬採問卷調查的形式，探究台灣機車騎士在不同的環境因素下，對現有機車的使用舒適性評價以確實掌握台灣機車消費者，因不同的環境變數對現有機型在使用上有什麼樣的偏好或困擾，以提供學術界進步研究的參考以及機車廠商未來開發設計的導向。

1-3 變數說明

於變數中曾提及舒適性滿意程度是個複雜的因變數，有許許多多不同的自變數都可能影響之，經討論後如下：

因變數：機車使用的舒適性滿意程度。

自變數：(1)受測者的生理狀況，如：心情、疲勞狀況、疾病等。

(2)受測者的人體基本資料，如：性別、年齡、身高、體重、手長、肩寬、小腿長、大腿長、坐股寬等。

(3)使用者的心理偏好，如：對機車形態、色彩的偏好、對機車的使用態度。

(4)使用的機車機型，如：自排車、一般排擋車、仿賽車、DT

1-6 機車舒適性問卷結果之討論與建議

討論與建議上依各題整理如下

1.在白天正常情況下

自排車令50%駕駛者感到較滿意，而61%的駕駛者在此情況下沒發生車禍之經驗，所以自排車比需排擋的車較爲適合在白天正常情況下使用。

2.在白天顛跛不平路況下

有21%需排擋車的駕駛者感到滿意，並有7.3%的駕駛者感到極滿意，並有85.7%的駕駛者在此情況下沒發生過車禍，但自排車只有16.7%感到滿意，而且沒有人感到極滿意，並有33.3%的人有1-2次車禍經驗，所以排擋車較適合在意，顛跛不平路況下使用，在駕駛者的意見部份有71.4% 的人認爲DT最適合此路況。

3.在白天市區擁擠狀況下

有6.6%需排擋車的駕駛者感到滿意，需排擋車有57.1%駕駛者感到不滿意而83.3%的自排車駕駛在情況下沒發生過車禍，所以自排車較適合在市區擁擠狀況使用。

4.在市郊長途騎乘下

有43.7%需排擋車的駕駛者感到滿意而自排車，有22.3%並有38.9%表示不知道，此表示有超過1/3之自排車沒有作市郊長途騎乘之經驗，而且有89.3%需排擋車的駕駛者在此情況下沒發生過車禍，所以排擋車較適合在市郊長途騎乘使用。

5.在夜間狀況下

有21%自排車的駕駛者感到滿意，但有22.2%感到不滿意，而有49.1%

需排擋車之駕駛者滿意，但有28.5%感到不滿意，還有7.6%感到極不滿意，並有94.4%的自排車駕駛在此情況下沒發生過車禍，所以自排車較適合在夜間使用。

6.機車的一般尺寸

一般排擋車的良好比例高於自排車，且自排車問題較多，顯示自排車設計較不完整。

7.機車座墊

座墊滿意的比例都不高，顯示座墊的設計在機車的整體上未達完整，未能符合需求。

8.細部操作

關於細部操作一般排擋車〝良好〞的百分比皆超過半數，但自排車卻偏低，也顯示出自排車一般之操作性能不佳的狀況。

9.姿勢

自排車與排擋車的滿意百分比相差甚小，因此在姿勢上並無明顯偏向。

10騎士偏好

自排車爲絕大多數騎士的最愛（男性騎士46.4%,女性騎士71.4%）

由以上結果知道，一般使用者皆偏向自排車，但其在各方面性能調查〝良好〞的比例並不是很高，在此似乎出現矛盾的情形，經研究者討論有以下幾點原因：

1.自排車的使用者大都以方便爲訴求。

2.在舒適性方面，由於第一點的原故，使用者在使用上的感覺，會偏向自排車。

3.由於現代的生活步驟越來越快，使自排車的機動性愈來愈受喜愛。

4.自排車的設計，由以上的結果可知設計未達完美，所以建議以後的設計

計能再詳細考慮人因工程，使機車設計更符合使用者的需求。

2.輕型機車駕駛者對安全性問卷調查之研究

2-1 前言

台灣地區是全世界使用機車率最高的地方，機車儼然成爲台灣地區最重要的交通工具，然而，機車是極危險的交通工具，在台灣地區每年有許多機車騎士因車禍而受傷，甚至喪失生命。

有鑑於此，研究者著手探討有關機車安全性的問題，希望能從中發掘機車駕駛行爲中容易肇事的原因；進而避免之，以降低肇事率，並改良機車爲手段來提高行車的安全率，畢竟在短時期間內，台灣地區大衆捷運系統未能普及以前，可見的未來，機車仍是重要的交通工具，所以本研究報告的結果，其價值是值得肯定的。

2-2 實驗方法

(1)實驗方法：以問卷調查之方式訪問輕型機車騎士。

(2)抽樣對象：成大校園內之教職員工及學生，以及部份校外人士。

(3)問卷型式：

a.問卷一：是非題針對輕型機車騎士駕駛習慣之調查。

b.問卷二：選擇題針對輕型機車騎士之安全常識。

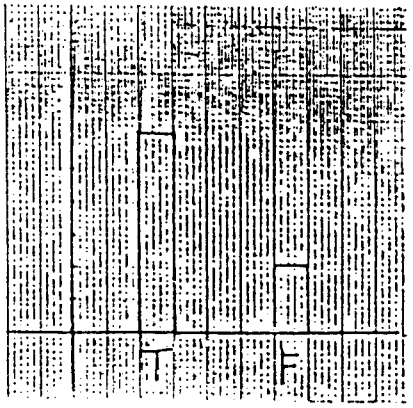
c.問卷三：問答題針對車禍造成人體受傷部位及其原因探討。

（問卷內容，參見附錄二。）

2-3輕型機車駕駛者對安全性問卷結果之統計與分析

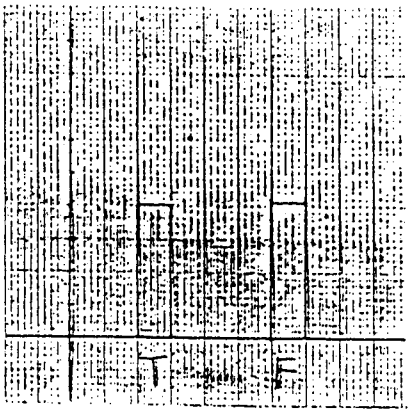
19. T:74.4%

F:25.6%



20. T:48.8%

F:51.2%



2-4 輕型機車駕駛者對安全性問卷結果之討論與建議

(1)由第2-3節第6項之數據表可得輕型機車駕駛者，其駕駛習慣不良之因素依次序分別爲：

①駕駛時不戴安全帽。

②行車前不檢查機件。

③不常檢查輪胎氣壓。

④邊轉彎邊煞車。

⑤在身體不適時繼續行駛。

⑥邊駕駛邊聊天的習慣。

⑦〝U〞形轉彎時採一段轉彎。

⑧平日沒有維修清潔機車之習慣。

⑨下雨天不亮燈行車。

(2)根據以上錯誤之數據提出下列建議：

①安全帽：

a.加強宣導。

b.予機車設計時，考慮放置安全帽的空間，使其一體化，不成爲駕駛人的累贅。

②行車前檢查機件：

a.廠商出售前加強宣導。

b.駕照考取時，加強機械知識。

c.機車設計時，考慮檢視裝置。

③輪胎氣壓：機車設計（輪胎系統設計考慮氣壓顯示功能）

④邊轉彎邊煞車：

a.加強媒體宣傳。

b.輪胎設計之加強。

⑤身體不適：加強宣導。

⑥聊天：加強宣導。

⑦〝U〞形轉彎：加強宣導及注重道路安全設計。

⑧平日有無維修車子習慣：容易維修的機車設計（如簡化機件等）。

⑨照後鏡的設計：鼓勵使用。

(3)依平均值、標準差、變異數以及相關係數之討論與建議如下：

a.是非題：平均值： 38.48

標準差： 8.32

變異數： 0.21

b.選擇題：平均值： 30.14

標準差： 3.69

變異數： 0.12

c.是非題與選擇題之相關係數：

相關係數： 0.14

d.是非題之得分普遍較選擇題之得分爲低且其標準差及變異數都比較大，因此可知騎士之駕駛習慣差異較大，不遵守交通規則的僅佔部份，因此本組認爲應針對其研究改進。

e.由以上相關係數小於0.3 可知其爲低度正相關，因此可知騎士之駕駛習慣與其所知之交通常識並無直接之相關性，研究者認爲應與其個別差異較爲重要，因此駕駛者需培養道德觀念及耐性。

(4)問答題之統計結果討論與建議如下：

a.在本次問卷調查中計有41名受測者出過車禍，佔比例50%,其受傷位置記錄如下：

1.頭部： 9次

2.肩胛骨:1次

3.胸部： 1次

4.手關節:7次

5.前臂:10次

6.手腕： 3次

7.手部:12次

8.腰部： 3次

9.骨盤： 1次

10.大腿： 4次

11.大腿內側:1次

12.膝關節:12次

13.小腿:11次

14.足部: 8次

b.較易受傷之部位依順序爲：

1.手部

2.膝關節

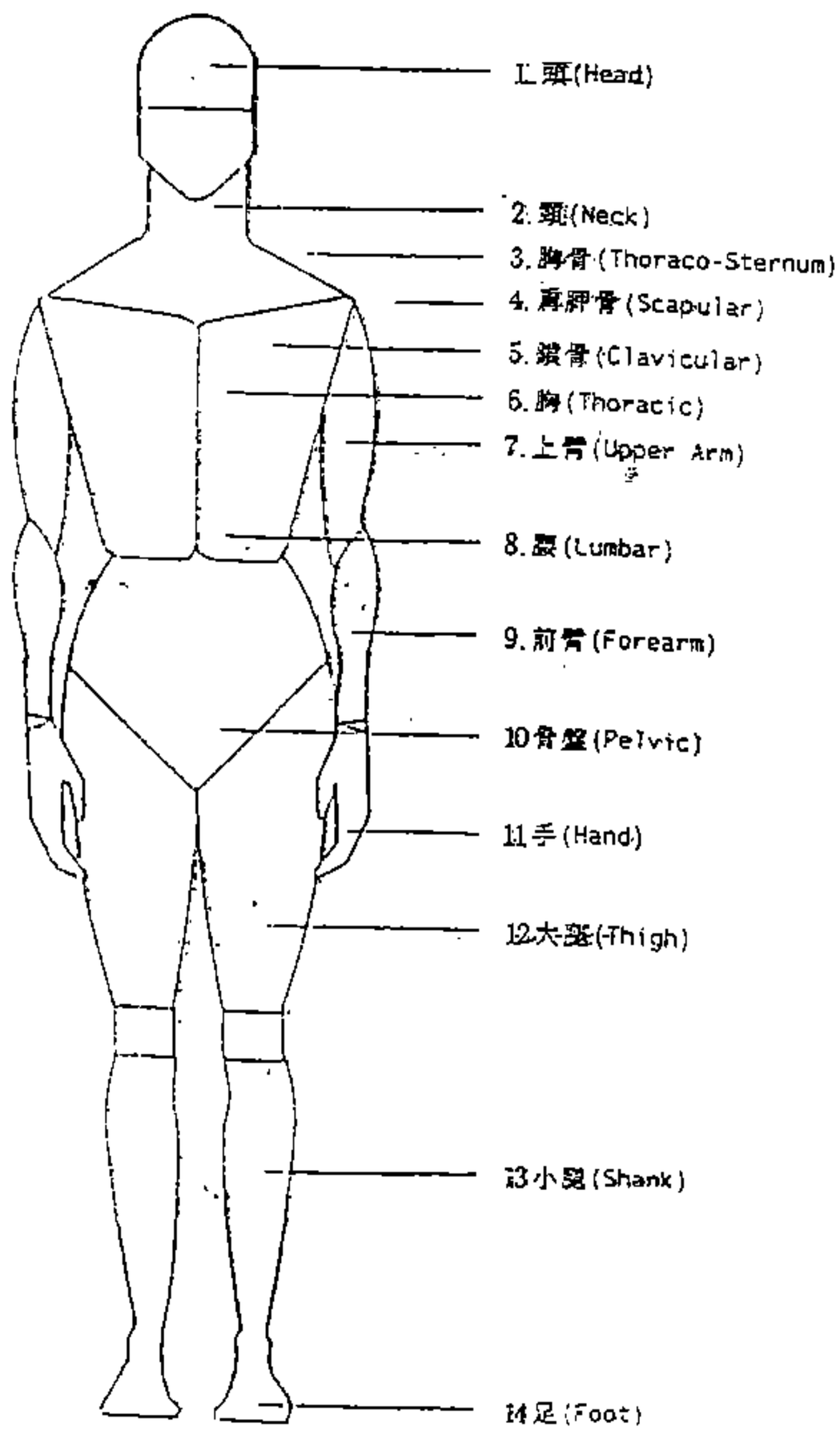
3.小腿

4.前臂

5.頭部

6.足部

7.手關節



c.綜合以上車禍，我們從資料中可知其出車禍之原因有下列幾點：

(1)緊急煞車，摔車。

(2)轉彎摔倒。

(3)倒車後摩擦受傷。

(4)路面有沙，煞不住摔倒。

(5)遇到逆向行車。

(6)注意力分散。

(7)精神恍惚。

(8)天雨路滑，自己摔倒。

(9)轉彎時，迎面有車。

(10)旁車太近，手臂受傷。

(11)太緊張，忘記煞車。

(12)後車撞及受傷。

(13)聊天。

(14)不當超車。

(15)左轉急行，撞及來車。

(16)路面有油污。

2-5 結　　論

(1)給予交通安全方面之宣導：

a.戴安全帽——戴安全帽之宣導，並以法律加以限制之。

b.留意四周——在學校教育，提高駕車品格。

c.身體不適——加強媒體宣導，並以法律加以限制之。(如酒後駕駛)

d.駕駛道德——駕照考試時測試，並加強宣導。

e.道路系統之改善。

(2)給予機車設計者之建議：

a.加强安全帽之設計、造形、穿戴舒適性與機車融爲一體。

b.加强行車前檢查之檢視裝置。

c.加强輪胎氣壓顯示功能裝置，及輪胎本身設計。

d.照後鏡之造形，映射角度之設計。

3.重型機車駕駛者對安全性問卷調查之研究

3-1 前　　言

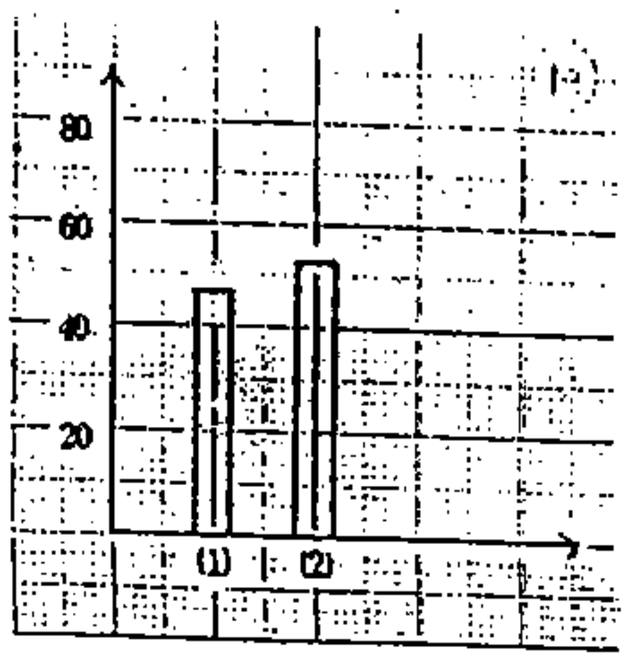
由於機車在台灣的擁有率甚高，幾乎人人一部，而且機車給人的印象是〝肉包鐵〞，不如汽車〝鐵包肉〞來得安全，所以一種高使用率而又不安全的產品，很容易對使用者造成傷害，尤其是對交通工具而言，更是危及生命安全，由此可見，機車設計的好壞對台灣人民而言意義非同小可。

正視台灣年年增加的交通事故，機車肇事佔了大部分，這意味著什麼？機車數量太多？還是機車設計不良？研究者欲以此次調查來探求其原因。

3-2 動機與目的

本研究希望藉著對機車騎士對機車之操作調查，及機車騎士操作機車的習慣性調查，還有機車騎士對一些交通狀況的反應調查等，從中歸納其規則性，進一步探討其和交通事故的關連性最後提出在機車設計上的一些建議，以提高機車使用的安全性，確保駕駛者的安全。

3-3 實驗方法



19雙載是否造成不便

(1)是47%(2)否53%

結果分析：比例一樣，因人而易。

3-6 重型機車駕駛者對安全性問卷結果之討論與建議

本實驗此次共回收100份之有效問卷，由這100份問卷，研究者得到了上列的結果及圖表，從這些結果中，我們發掘了一些值得大家研究的問題

(1)有44%之受訪者認爲在煞車時，油缸會造成使用者之傷害，在目前的國內市場中，非自動排擋的使用者幾乎都爲男性，這種案例在國外也發生過且前市場爲造形因素，常造成座位凹入而油缸突出。在跑車型車上常發現。

(2)有39%之受訪者認爲方向燈操作不方便。方向燈之使用對行車之安全有很大之影響，尤其是在擁擠的市內及夜間之行駛。而目前非動排擋車的方向控制的靈活性普遍比自動排擋車低，造成一些人不習慣打方向燈。

(3)有61%之受訪者認爲有裝防撞桿之兩要，兩此一現象與事實有很大出入，現市面上生產之機車，出廠時裝防撞的很少，希望機車設計者能注意此

一現象。

(4)有58%之受訪者認爲後視鏡之視野不良。可看出在後視鏡的設計上與國人之人體資料，眼睛視角位置脫離。

(5)有82%之受訪者認爲加高速胎會比較安全，可是現有車種出廠時加高速胎少之又少，此現象值得注意。

(6)有13%之受訪者之習慣剎車時先剎前剎，在高速時，此種動作會造成車體之振動，易發生打滑現象。

(7)有83%之受訪者平常不戴安全帽，歸納其原因，其順序爲a.麻煩b.太熱c.視野，聽覺減弱d.不好看. . . . 等等，而國內尚無强制規定戴安全帽，因此，爲機車騎士設計一頂免除上列因素之安全帽是非常需要的。

(8)只有36%受訪者看到黃燈會停，可見國內機關騎士守法精神缺乏，這也許與國內號誌混亂有關。

2-1 實驗背景與目的

汽機車駕駛中，很多儀表、燈飾訊號與操作動作，均必需瞭解操作者的視覺角度極限，並根據此點設計工作系統，以增加駕駛者的操作安全和工作效率。(註 4)

現有關於測試人類視覺角度觀測範圍的儀器非常缺乏，研究者乃自行設計上述之測試儀器（簡稱視角儀），利用眼睛注視於某固定點，精確測定眼睛餘光所涉及的範圍（表二單位以〝度〞計算），以描述此眼睛視野的極限。

眼睛感光之機能，係當外界的物體所反射的光線進入眼球，其影像經過角膜、水晶體等的曲折，達到網膜的視桿與視椎上，視桿與視椎爲二種光線感受器，當光線強度改變時，其作用即有差異，因而人的視覺有以下三種：1.明視 (photopic vision) 2.暗視 (Scotopic vision) 、3.薄視 (Mesopic Vision) 。（註 5 ，6 ）有關色光汽機車駕者的視野與視域之研究請參見研究者於1987年發表之論文（註 7 ）。本實驗中以紅色光測試，探討在暗視之視覺角度極限範圍。

2-2 實驗過程

2-2-1 視角儀製作 (註8, 9, 10)

2-2-1-1 使用材料

奶瓶紙 ..... 2 張

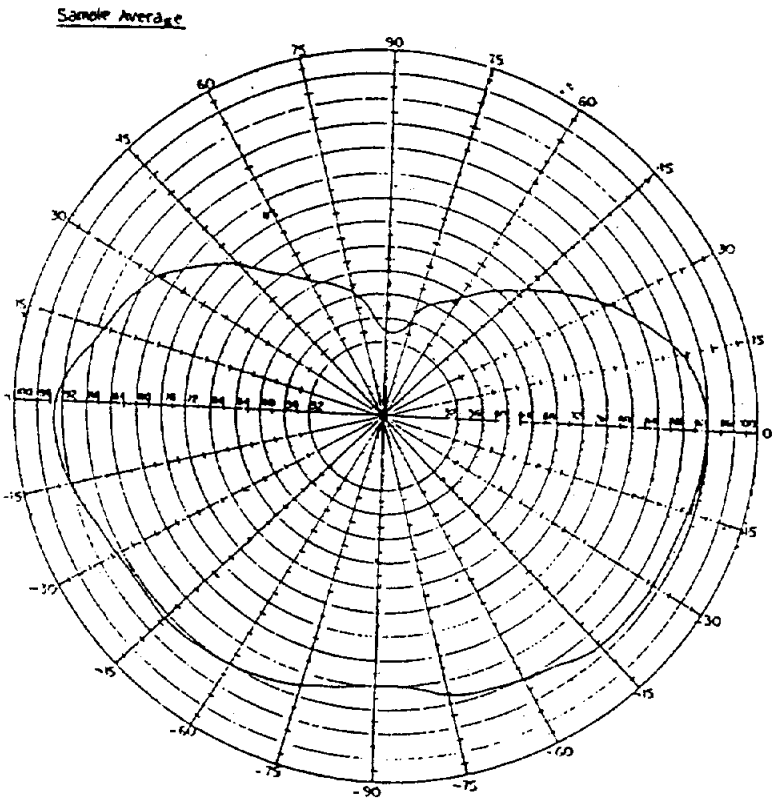
線路板 ..... 1 張

彩紅線 ..... 40 尺

電池 9V ..... 2 個

LED 紅色 ..... 50 個

綠色 ..... 1 個



2-4 討論及建議(註11,12,13,14)

本實驗之結果，經討論如下：

(1)上視：角度愈大（愈往上），視角愈小，且相差很大，曲線走勢明顯。

(2)下視：角度愈大（愈往下），視角有微量之減小趨勢，但變化差異不大。

(3)上視之視角與下視之視角相差頗大，且其關係爲上視視角小於下視視角。

(4)上視之視角左眼較右眼範圍爲大。

(5)下視之視角左眼與右眼範圍約略相同。

(6)上視視角所成之曲線變化明顯，即各角度之間差異性大，而下視視角所

成之曲線略呈半圓型，即各角度之間差異性小，換言之，上視視角受角度變化的影響較大，而下視視角受角度變化的影響較小。

視角測試結果可運用之範圍極廣，其重要的應用方面有下面幾項：

(1)汽機車後視鏡的設計

(2)電影院觀衆座椅的設計。

(3)飛機機鼻的設計，機鼻設計影響最小下傾視角。

(4)一般工作抬面及儀器控制面板的設計。視覺展示器及控制的安排不得阻礙操作員的視線，一般而言主要視覺展示器應安裝在接近操作人員視線水平的儀表板中央控制器則安裝在儀表板的四周。

本次實驗影響測試精確度，經討論有如下因素：

(1)兩個 LED之間的間隔距離。

(2)LED 的數量。

(3)電池的强弱，影響 LED的亮度。

(4)LED 環的提昇角度單位。

(5)測試時間的長短，影響測試者的眼睛疲勞度。

(6)受測者戴眼鏡與否。

(7)受測者對定義的瞭解差異。

(8)測試環境的亮度。

對於視角儀之改進，建議如下：

(1)若在財力許可之下，測試環可使用强度較大而不易變形的材料。

(2)當測下視角時，測試環常會阻礙到測試者，其改進的方式是將測試環改成可迴折式，便可避免與測試者接觸。

(3)固定角度的方法因製作程序的原因而有不妥之處，尚可作改良。

(4)儀器所採用固定測試距離的方法，可能會影響到視線；而經討論認爲最有效的方法，應從後方支撐。

3. 暗視中感光反應之研究

3-1 實驗目的

隨著車輛日漸增多，車禍的發生次數也斷增加，在這種情況下，汽機車的安全設計與警告，指示標誌也就愈形重要，汽機車之車燈，是給予後方車輛警告與指示的來源，現今汽車並有第三煞車燈的設計，然而以上情況並非十分統一(註15)。因此，本實驗在探討暗視中，人類眼睛注視定點時，對四周光線反應的關係，尋找反應最靈敏區域，以提供汽機車相關指示燈、警告燈空間配置之設計參考準據。有關此方面之實驗，國內外之論文均極缺乏，而且亦無合適之相關儀器可以採用，本實驗研究者自行設計能量測在黑暗中，人類對於不同位置或不同情況出現的燈光能感光之反應時間的儀器(簡稱感光儀)。(註16,17)

3-2 實驗過程 (註18,19,20)

3-2-1 感光儀製作

3-2-~~1-1~~ 使用器材

(1)顯示板一片 80×60cm²

(2)個人資料表格、實驗記錄表格

(3)計時器一只(手錶)

(4)受測者按鈕一個

(5)固定之實驗位置(包括桌、椅、環境)

(6)燈炮

無眼疾受測者相對位置之反應時間(RT)平均值 χ ：

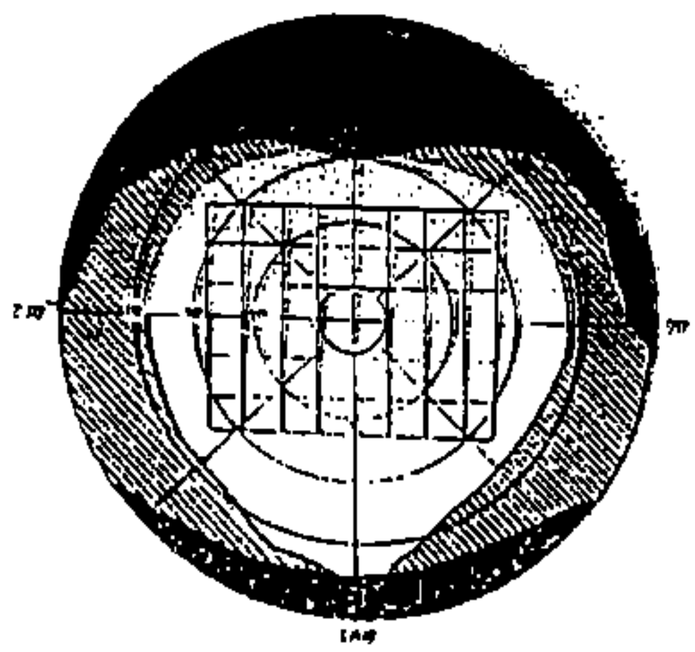
	A	B	C	D	E	F	G	H
6	40.32	40.56	35.01	41.29	41.57	35.01	42.36	40.29
5	31	40.29	40.85	40.43	35.84	40.29	38.28	43.01
4	41.75	36.29	40.14	35.75	34.99	40.86	40.29	35.39
3	35.45	37.28	39.58	34.72	35.04	38.43	38.98	35
2	37.28	42.72	46.85	37.43	36.01	36.06	36.43	34.86
1	35.58	40.85	43.14	44.14	44.28	36.29	34.71	36.14

←32 34 36 38 40 42 44 46 48→

(以上單位均爲釐秒1/100sec)

3-4 討論與建議

在總樣本之統計表中，可觀察出，中央部份D-3、D-4、E-3、E-4等位置，是RT最快的地方。根據眼球視角範圍來解釋，這區域部分，是雙眼視角重疊處，約爲視中心線外15° 之範圍中。參見圖二十八。



圖二十八　雙眼視角圖(Binocular Field)中之方格爲本實驗中之相對位置

簡而言之，上述區域之感光細胞，應爲其他之兩倍故其感光之反應也比較快，以此結果我們也可以假定此區域爲"視覺敏感區"(註21,22)。由此推演產品設計，視覺警告燈飾、訊號應不宜超出此範圍。

另外二組有關性別分類之統計表中，可比較出男性之RT較女性快，且範圍廣，又自有關視力之統計結果顯示，其影響RT較大。即中央部分較無眼疾者之RT爲快，邊緣部份之RT則較無眼疾者慢。此現象，可能是受到近視眼鏡折射的關係，使患有近視者對於中央部份較敏感，而對邊緣部份反應較慢之緣故。

對於本次實驗，研究者建議更精確之實驗結果，可經由如下方式改進：

(1) 感光儀之改良：

增加顯示燈之面積與數量，可以量測更大之視角範圍，並且可對顯示燈之亮度加以控制成爲自變數。

(2) 樣本數類別之數量之增加：

如此，可增加結果之準確性，又可比較各種影響RT之因素。

(3) 每位受測者對於每一位置應分別作反覆之測試可減少誤差。

(4) 改變顯示燈之顏色，比較各基本色－紅、橙、黃、綠、藍等之RT，找出最有效之警告標示顏色。

(5) 在所設定的定位，加以恆亮之顯示燈，然後再進行其他位置之RT測試，以尋求先置光源對警告標示燈之影響。

4. 視覺訊號辨識反應能力之研究

4-1 實驗目的

本實驗是於一模擬之汽機車駕駛狀況下，控制照度和距離及受測者之

姿勢，以探討人類對於設定之視覺訊號和顏色之反應速度，以及其與性別之關係。

駕駛者在控制汽機車的方向，速度及緊急處理之狀況時，是依賴其視覺情報之處理系統，視覺觀察之清晰程度，直接影響駕駛者四肢操作之活動，本實驗針對視覺訊號之大小與色彩之識別性，目的在提供適切之人因工程設計準據，以提高汽機車駕駛之安全性。

4-2 實驗方法

4-2-1 使用器材

本實驗使用之器材包括：視覺訊號產生器 SEKONIC亮度計，標準色票以及皮尺。

4-2-2 變數說明

本實驗之獨立變數爲視覺訊號大小和顏色，相依變數爲反應時間，主要之控制變數包括：性別、視力、照度及受測者眼睛至電腦螢幕中心點之距離。

4-2-3 實驗步驟

實驗進行之步驟如下：

(1)決定視覺訊號之類別顏色和大小

顏色：綠、紅、橙、藍、紫、白

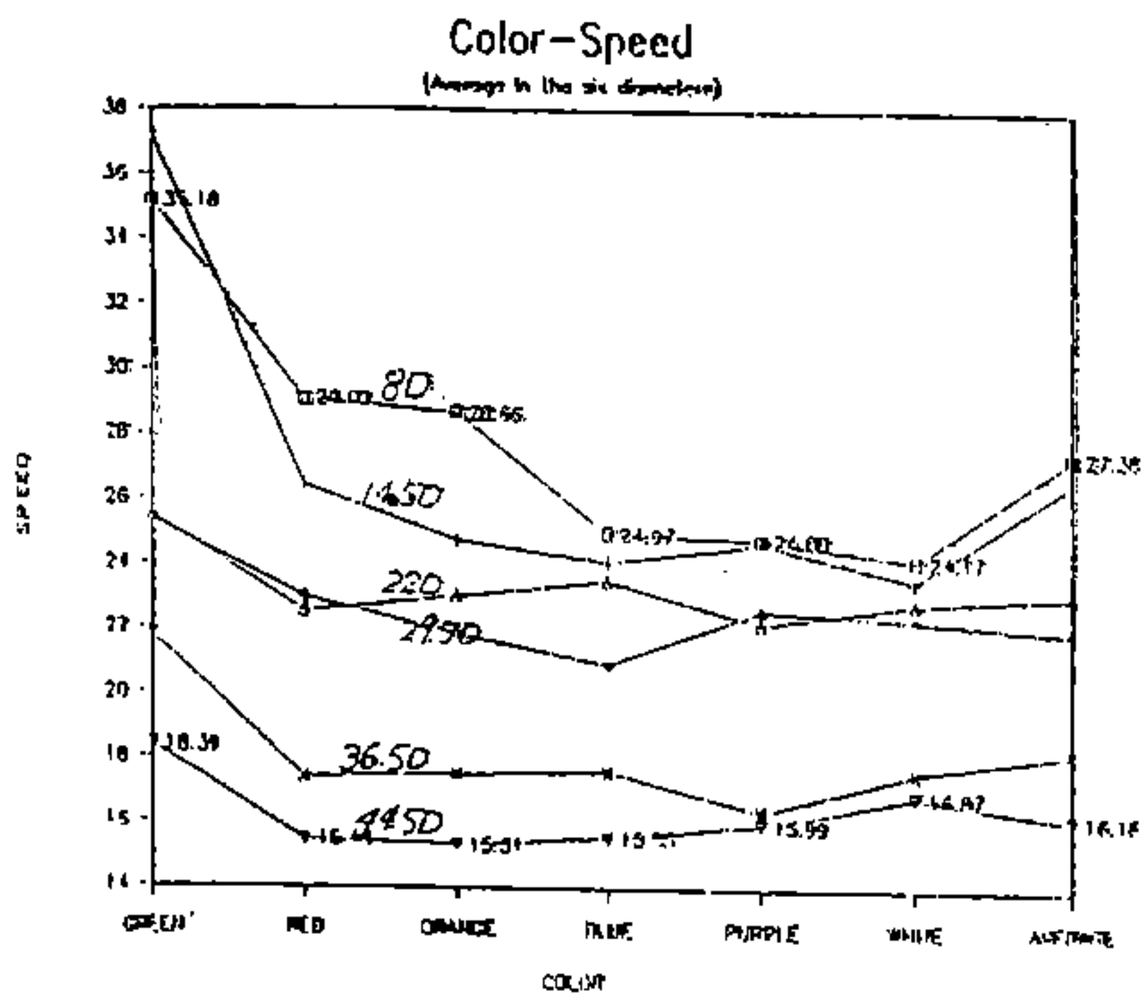
大小：分六級

(2)用色票比對電腦螢幕顏色之彩度明度和色相

(3)眼睛至螢幕之距離控制在30-40公分之間

(4)設定六種顏色之出現順序及分別以1,2,3,4,5,6鍵爲反應鍵

(5)六種大小由小至大順序出現



SIX-D SIX-COLORS男女反應時間平均圖

GREEN不同直徑反應時間相差最大

WHITE不同直徑反應時間相差最小

4-4 實驗討論

從以上不同視覺訊號大小及顏色對於男女反應時間平均值之統計圖，所得到之結果，討論如下：（註24，25）

(1)不管在何種顏色及平均值上，都顯示女生在反應時間和訊號直徑大小有相當程度之關聯性。

(2)男生在反應時間和訊號直徑大小之相關性較低，且在任何顏色之下29.5D之反應都出奇的遲鈍，其原因有待進一步之探究。

(3)PURPLE 時男女反應時間差異最大，GREEN差異最小，一般來說女生的反應時間都較短。

(4)男生在各種顏色反應時間之差異，由其在 220以下的直徑，顯得相當大，在全部直徑的的平均值上，以GREEN之反應時間最長，以BLUE最短。

(5)女生在各種顏色反應時間之差異，除 GREEN外都相當接近，在全部直徑的的平均值上，以GREEN之反應時間最長，以PURPLE最短。

(6)男女生在各種顏色反應時間平均值差異，除 GREEN外都相當接近，但是在 220之下因爲受男生影響接近的程度較低，在全部直徑的平均值上，以GREEN之反應時間最長，以BLUE最短。

(7)對任何直徑而言，女生反應幾乎都比男生快顯示女生對顏色之敏銳度比男生高。

(8)對男女生而言，GREEN 皆是反應最慢的，比起其它顏色都慢，造成此種結果可能有二項原因：

㈠不論男女對GREEN感受皆比其它顏色弱。

㈡GREEN是測驗的第一項，由於操作上不熟悉造成反應時間較久。

(9)由平均圖中可看出：男生從GREEN經RED，ORANGE至BLUE之反應時間有下降趨勢，而女生在同樣顏色範圍除了綠色反應時間較慢，造成綠色至紅色大幅下降外，對其它顏色的反應時間幾乎相同，呈平緩曲線。

4-5 實驗建議

由本實驗得知：訊號之顏色，大小對人類的視覺有所影響。訊號愈大則反時間愈快，顏色則以紅色及橘色對人類產生較大的感受力，所以反應時間較短。綠色對人類來講是不容易察覺到的，所以反應時間較長。紅綠方燈之設計算蠻合理的，紅燈亮時，駕駛員可以很快地察覺而有更多的時間思考應如何反應，還有在前方車輛煞車時也是同樣的情形。當綠燈亮時，駕駛員必須花較多時間來察覺，因此反應時間增長，不至於太快加速衝撞到闖紅燈之車子。

男女等對顏色，大小辨識的差異，大體言之：女性皆具有較細膩之感受，故其反應時間皆快於男性。因此在交通事故上，女性發生意外的比率

駕駛者頭部與機車安全帽之適配性研究

賴　新　喜

中文摘要

本研究旨在探討機車駕駛者頭部與安全帽之適配性。全文共分成三部份，第一份爲，現有市場安全帽之計測，共計調查市場上代表性的十二種廠牌，計測變數爲重量、內高度、內寬度、內長度、外高度、外寬度及外長度七項。第二部份爲駕駛者頭部相關尺寸之計測，受測樣本共四十七位，計測變數爲頭頂點一頤點、兩耳珠點距、眉間一後頭點、頭頂點一眉間點、瞳骨、寬、頭圍及瞳孔距七項。第三部份爲駕駛者，穿戴安全帽前後之視覺與聽覺感官功能計測，計測之變數爲左、右眼視覺角度及聽力干擾率。本研究之結果顯示：安全帽之內寬度與人體頭部兩耳珠點距之不適配是造成駕駛者頸部壓迫感的主因，穿戴安全帽後駕駛者之視角減少約7%，駕駛者聽力受嚴重干擾（男性平均干擾率爲0.84，女性爲0.81）。

關鍵詞：車輛設計、人體計測、人機介面、舒適性、設計準則

問卷調查分析表：

		A	B	C	D
一	人　數	2	2	23	14
	百分比	4.87%	4.87%	56.10%	4.16%
1	人　數	27	16	4	1
	百分比	56.25%	33.33%	8.33%	2.09%
2-a	人　數	25	15	1	
	百分比	60.98%	36.59%	2.43%	
2-b	人　數	29	12	2	
	百分比	65.85%	29.27%	4.88%	
2-c	人　數	28	11	2	
	百分比	68.29%	26.83%	4.83%	
2-d	人　數	9	28	4	
	百分比	21.95%	68.29%	9.76%	
2-e	人　數	8	30	3	
	百分比	19.51%	73.19%	7.32%	
二	人　數	19	16	5	
	百分比	47.50%	40.00%	12.50%	
三	人　數	2	38	0	
	百分比	5.00%	95.00%	0	
四	人　數	14	22	4	
	百分比	35.00%	55.00%	10.00%	

註：本問卷共發60份，回收53份，有效問卷41份，其中男27人，女14人。

3-3 問卷調查之結論

根據問卷評分統計後，我們得到以下結論—

(1)有半數以上的人不戴安全帽。

(2)安全帽除了安全外還有多數人爲了防風和避雨而戴安全帽。

(3)現今安全帽一般人認爲有以下缺點：

造成頭部壓迫感—60.98%

影響視力　　—67.44%

不通風　　—68.29%

不舒適　　—73.17%

(4)認爲戴安全帽影響行車安全與不影響的約各佔一半，47.50%～40.00%。

(5)絕大多數人認爲安全帽不易攜帶。

(6)現今安全帽在扣帶上的設計較優，只有35%人較不滿意。

3-4　現有機車安全帽之調查

經調查及計測目前市面上使用率高的15種安全帽其結果如下：

編號1

重　量	1500g		
內　長	20.5cm	外　長	34.4cm
內　寬	12.5cm	外　寬	26.3cm
內　高	21.5cm	外　高	26.2cm

實驗結果分析表：

			男性受測者人數：31人		女性受測者人數：16人	
			平均值	標準差	平均值	標準差
頭部主要尺寸	v-gn		23.7	0.672	21.7	0.570
	t-t		15.3	0.787	14.1	0.292
	g-op		18.5	1.918	18.1	0.273
	v-g		12.8	0.772	10.9	0.405
	sn-gn		7.3	1.444	7.4	0.467
	頭圍		59.3	1.631	57.1	1.144
	瞳孔距		6.0	0.343	6.1	0.249
	瞳骨		13.9	0.492	14.0	0.191
未戴安全帽	視角	左	103.9	8.245	94.6	7.444
		右	107.3	9.878	96.9	1.420
	音源測試		-4		-7	
戴安全帽	視角	左	96.7	9.873	93.9	6.631
		右	101.9	9.850	94.3	9.982
	音源測試		-30		-20	

4-6 實驗討論與建議

本次實驗樣本數47人，其中男性31人，女性16人，其中絕大多數爲16至23歲之年輕學生。

根據計測值，所算出之平均值、標準差與常態分配圖形，綜合以下幾點，作爲本實驗之最終成果。

分別就頭部計測與視角音源兩部分敘述之。

頭部計測：

(1)頭部計測值一般來說，女性之常態分配較男性偏左，即數值較小，但最高點在同一區間也有。

如鼻下點—頤點，瞳孔距，瞳骨寬，而唇間點—後頭點之差距也不大。

(2)女性標準差偏低，PDF值愈大，使得常態分配圖陡峭，可能因為女性樣本太少，無法作較客觀評估。

視角與音源測試：

一、視角測量

(1)一般來說，男性與女性之視角右眼比左眼寬，男性平均值高出3.6°，女性高出2.3°（未戴安全帽時）。

(2)戴上安全帽後視角減小。

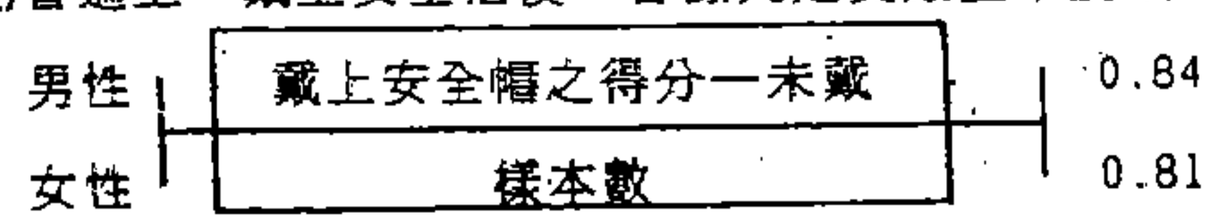
男性左眼相差7.2° 右眼差5.4°

女性左眼相差1.3° 右眼差2.6°

(3)男性戴安全帽後視角影響較女性為高，其差異性可能與女性樣本數太少有關。

二、音源測試

(1)普遍上，戴上安全帽後，音源判定受嚴重干擾。



(2)在實驗過程中，發現許多受測者將正前方後或正後方音源，指向另一方向，即與音源相差約 180度的方向，未戴安全帽與戴上後皆然。為減少實驗誤差，因此後來避免將音源置受測者正前方或正

5.結　論

綜合以上實驗之結果，可以得到以下之結論

(1)安全帽對視角之影響

根據我們實驗計測的結果得知，男性視角減少的幅度高達7%，對於一時速60公里的機車騎士而言，要得知後方來車相對慢了近乎一秒的時間，而這一秒將是決定騎士安危的一刻，顯然戴上安全帽後，對男性騎士的視角影響頗大。

(2)安全帽對聽力之影響

戴上安全帽後，男性聽力失誤率提高了7.5倍，而女性亦提高了3倍，顯然，安全帽對聽力方面產生極大的影響。在馬路上，雙耳的功能並不亞於雙眼，對音源判斷失誤很容易導致行爲動作準確度產生偏差。因此，儘量減少對音源的隔絕，應是設計考慮的要點。

(3)安全帽與舒適性

根據我們對人體頭部尺寸的計測與安全帽尺寸的分析，發覺安全帽的內寬度是造成頭部壓迫感的主要原因，由於頭部兩耳珠點的平均距離，男性爲15.3cm，女性爲14.1cm。

所以，舒適性不佳，是安全帽備而不用的原因。

機車煞停操作反應與尾燈設計之研究

羅新喜　　管倖生

中 文 摘 要

本論文旨在探討機車尾部煞車燈在不同大小，高度下視覺之效率，以尋求最佳煞車燈之人因工程設計準則。對於煞車燈與反應時間之研究，有關之人因工程規範均相當模糊，由相關之資料顯示，燈具愈大，受測者的警戒性越高，尤其在長距離的反應時間測定上，燈具大者更有顯著之差異；但在短距離之研究上，太低的燈具易受車頭的視野阻礙，造成反應時間的延遲。本實驗以不同的煞車燈大小（14×16cm² ,12×13cm² ,10×10 cm² ,8×7cm² ,6×4cm² ），及煞車燈中心高度（離地面94.3cm,81.8cm, 69.4cm,56.9cm,44.5cm）在三種停車視距（10M,15M,20M）下以市區行車標準速度30KM／hr,進行測試駕駛者之煞停操作反應時間，並配合測試者之主觀態度量表，綜合本實驗之最終結果顯示：機車尾部煞車燈的燈具大小至少爲80cm² ,而不大於292cm² ，尾燈中心高度位於離地面56cm至80cm之範圍，可以避免反應時間的延遲，而提高駕駛者之行車安全。

關鍵詞：車輛設計、人機動態、視覺效率、事故預防、設計準則

有鑑於此，研究者嘗試以反應時間之測定，來探討機車尾部煞車燈在不同大小，高度下視覺效率。並推導出一結論，希望藉以提高煞車燈之警示效果。使駕駛者以最佳之反應，並對機車設計提供人因工程設計之參考。

2.實驗背景

國外有關煞車燈設計相關之實驗相當缺乏，一般之設計參考均以國際標準機構(ISO) 之提示爲設計之準則，而國內相關之資訊亦在中國國家標準(CNS) 類號D1001至D4014機車之標準中取得，至於動態汽機車煞車燈之研究。在國內、外發表相關論文更是稀少。研究者在1987年以「汽車尾部剎車燈設計與視覺效率之研究」在研討會中發表有關汽車煞停之人類操作反應模式，亦僅獲致初步之成果。因而再進行本實驗探討機車煞停之反應模式。

對於一般反應時間的生理因素分析，通常都以一回應系統之模型來說明，既人類用感覺器官（接受器），在接受外部情報之後，將其傳至神經中樞，在神經中樞做判斷後下達命令給運動器官以逐行新的動作，如此便是人類知覺，感覺的全部過程。

在視覺反應之過程，通常將其區分爲二階段，在人受到刺激的一剎那，會發生一段反作用時間（Reaction tiam），此段時間過後，才開始動作，因此反應時間與此二者之關係爲

反應時間＝反作時間＋動作時間

然而我們對一刺激的反應時間往往因人而異，如年齡，性別的不同而大有所區別。此外，動作的複雜性亦影響反應時間的長短，我們可以下式測定單純及複雜之反應時間。

$$反應時間(msec)=270\ \log_e(n+1)$$

n爲在反應前所需的辨認度

通常這種自然時間的延遲，可由下面時間所組成：

接受者延遲	1-38 msec
神經傳達至腦部	2-100 msec
中央處理過程延遲	70-300 msec
神經傳送至肌肉	10- 20 msec
肌肉潛能與引發活動時間	30- 70 msec

這些總合的反應時間，範圍在113到528msec之間

當然，不同的形式和複雜性動作，將改變反應時間，但是一般平均反應時間約在200 msec左右，而不會低於150msec.

一般來說，視覺對於人類的生理與心理影響較大，舉凡物體的色彩、明度、遠近、位置、運動、長度、大小、形態等皆會影響視覺判斷的結果。

對於煞車燈與反應時間之研究方面文獻較少，故此方面之理論尚無定論。唯從一些資料顯示，燈具越大者，受測者的警戒性越高，尤其在長距離的反應時間測定上，燈具大者更有顯著之差距。而在短距離之研究上，由於燈具高低與視野的影響，太低的燈具可能受到車頭的視野阻礙，而造成反應時間的延長。

以上推論由於實驗規模的限制，因此並無絕對之結論。唯吾人可由這些實驗大概了解燈具大小與位置可能影響反應時間的變動方向。

本次實驗，研究者儘量收集有關之理論資料，並參考現有一些實例推論，但因規模之限制，也許使所得之結果無法達至完美之境界，但盼望由於此次之實驗，爲設計人員建立參考之依據，使機車在動態狀況下能提高

法我們計算出的65分以上高度範圍應是在56-80cm,而大小應至少爲80cm²，而應不大於292cm² ,以免影響反應之時間。

7.建　　議

在現今繁忙之社會中，交通事故不斷發生，本次實驗之目的，便是希望提高煞車燈車燈之警示效果，減低因人爲疏忽所造成之意外傷亡事件。

在此對於機車人員的設計建議是，機車尾部煞車燈的燈具大小，應該至少爲80cm² ，而最好不大於292cm² ,以免影響機車之整體，同時燈具的高度應位於離地56cm至80cm之範圍，以免造成反應時間的延遲，而影響駕駛者之安全。

本研究在相關資料不足的情況下完成整個機車煞車燈之評估，疏誤之處，恐怕難免，而遺珠之憾，更不可避。因此對於日後欲繼續從事此方面研究的人員，在此提出幾點建議，一是希望在變數方面的探討上，能夠加以推廣度與深度，以增進實驗結果的可靠性；二是希望在量測的方法與儀器上，能夠作更精密的計算及測定，使實驗之誤差減至最低。

1.汽車後車燈排列形狀位置問卷調查

1-1 前言

在於市面上現有汽車後燈形式推陳出新，不論在位置色彩方面，都有新的嘗識，因此有重新調查的必要，以便找出適合人性的排列方式、色彩及位置。

現在我們就一般汽車、機車及卡車的駕駛者作調查，以期找出現在最適合的汽車後燈，並歸納出一般人心目中所認爲適合的後燈。

1-2 問卷內容

基本資料

性別 □男 □女　駕駛車種 □卡車 □機車 □汽車(□自排 □手排 廠牌＿＿＿)

後車燈之組合元素：A.方向燈　B.煞車燈　C.倒車燈

問題：

(1)是否有增加以上之組合元素的必要？□有 □沒有

如果有增加什麼？＿＿＿＿＿

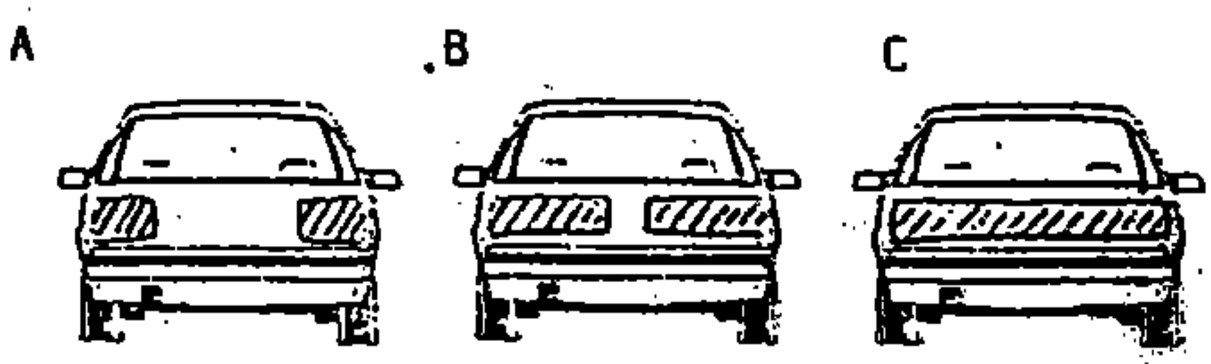
原因＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

(2)排列方式：

A.後車燈若是一排的形是否有助於情況判斷？(如圖一)

□極有幫助 □有幫助 □稍有幫助 □毫無幫助

□C　男 0 女 1　　0%



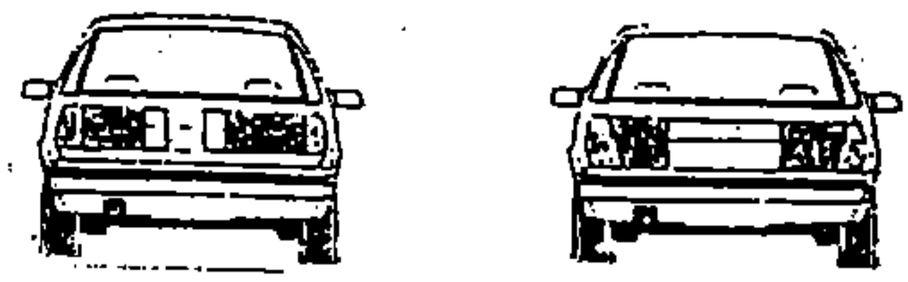
1-5 使用者心中理想的後燈排列方式及位置的分析結果

(1)方向燈與煞車燈連成一排的方式

(a) 方向燈在兩旁。

(b) 煞車燈在方向燈旁邊。

(c) 倒車燈在中間的位置。

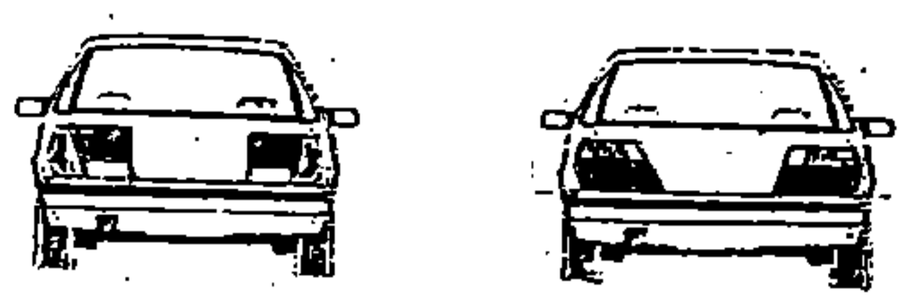


(2)方向燈、煞車燈及倒車燈集中在左右兩旁

(a) 傳統形式排列。

(b) 都成矩形。

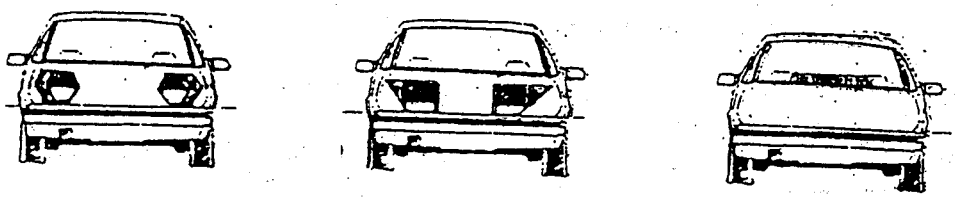
(c) 倒車燈所佔比例最小。



(3)特有形式

(a) 除了矩形之外，尚圓形及三角形等其它形狀。

(b) 都分置左右兩邊。



1-6 結果分析

(1)就排列方式來說：

現有的組合方式大部份人都認爲有增加的必要。例如第三煞車燈。尤其是卡車司機都認爲第三煞車燈最爲重要。

而現有整排的排列方式，大部份的人都認爲有助於情況的判斷，可能是大面積的排列方式較易引起注意的緣故。而就燈的形狀來說，都部份的人認爲對其視覺會有影響，且研究顯示大部份的人都習慣於現有的形狀，對於新鮮的形狀多不能適應。

(2)就色彩來說：

現有的色彩組合最受歡迎，也就是紅色的煞車燈、橙色的方向燈及白色的倒車燈。這證明現有的色彩組合已足以滿足現有的各種狀況。不過時下出現的方向燈和煞車燈同爲紅色的組合，問卷結果顯示，大部份的人認爲對情況的判斷會有影響，使駕駛者不易分辨前車是要煞車抑或是轉彎。

另一方面我們發現有許多人在選倒車燈的顏色時綠色其次的地位，也許這是因爲綠色較不易使眼睛疲勞或是與煞車燈對比的緣故。另外方向燈選黃色的亦不在少數，可能是橙色與黃色較相近的關係。

(3)就位置來說：

有許多人認爲煞車燈裝在後窗最好，但也有爲數不少的人認爲傳統的位置較好，更有人認爲兩者同時需要。再就排列的方式來說，雖然大多數的人認爲一排的方式有所幫助，但結果顯示一般人還是較喜歡傳統分開兩邊的排列方式。這顯示大部份的人還是不能習慣新的後燈設計。

1-7 結論及建議

從以上的各種結果分析看來，很明顯地一般人還是不能接受較具突破性的後車燈形式，這也就明了時下的後車燈已具備了較完備的設計，唯一美中不足的是無法應應各類駕駛者的需求，尤其是卡車。故在此我們的建議是同時裝置第三煞車燈及傳統後燈，並第三煞車燈處加裝方向燈及倒車燈，以避免駕駛者未注意底下之方向燈及倒車燈。而這也證明了美國一般大學的實驗結果是正確的，第三煞車燈是有其存在的必要性。

再就色彩來說，從這份問卷結果看來，駕駛者對現行的顏色已相當滿意，但也有可能是現行色彩在其腦中已深根蒂固，駕駛者無法適應其它顏色。

2.汽車方向盤與儀表板間視覺干涉之研究

2-1 實驗動機

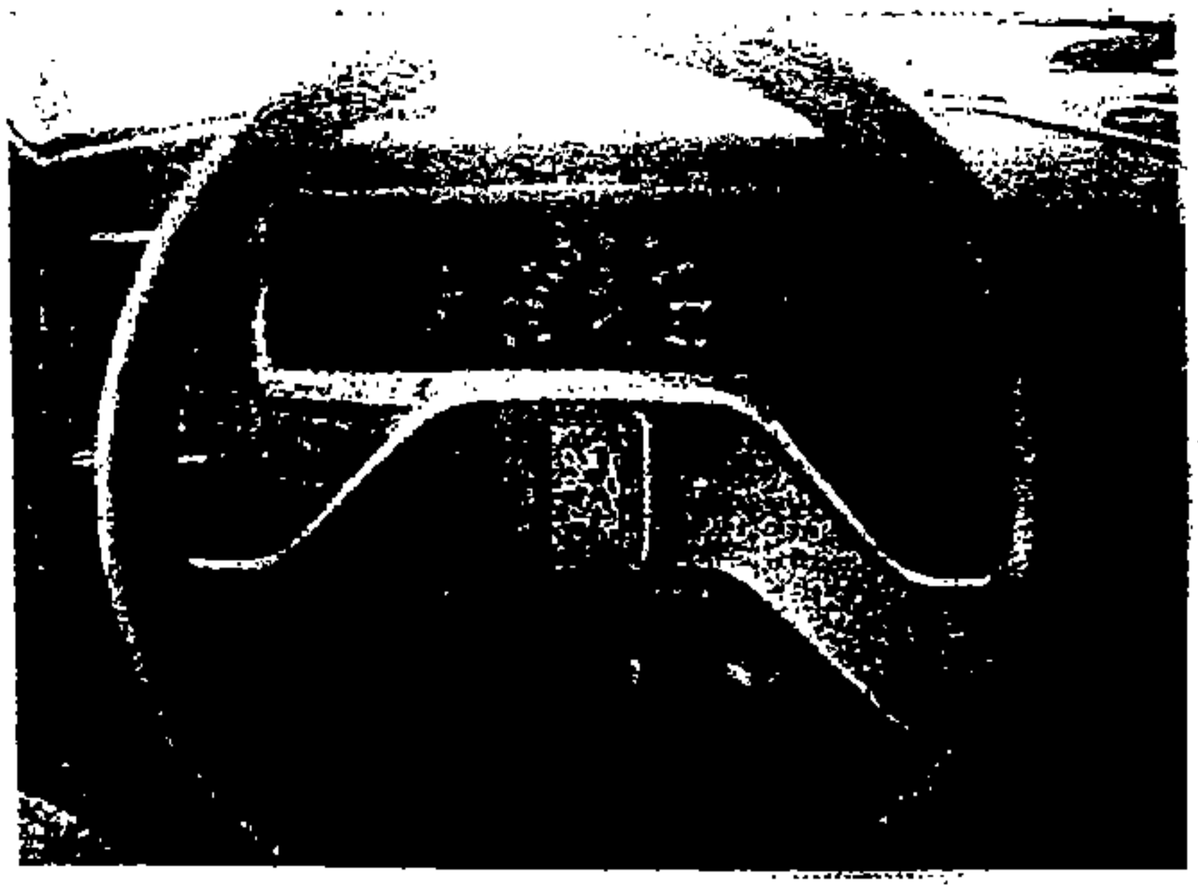
汽車行進間最重要的感官就是視覺，因爲許多外界的重要訊息甚至極緊急的狀況都是由視覺來直接傳遞的。故任何不良於駕駛者之視覺因素，勢必對行車安全構成嚴重的危害。

在一般的駕駛狀況下，最易分散駕駛者行車時對路況之注意力的，莫過於駕駛者對儀表板的注意，這就是本實驗研究的動機。

一個方向盤的形狀，直接影響到儀表板傳達訊息到駕駛者眼部的效果。所以一個儀表板的設計，必須考慮到這擋在駕駛者眼部與儀表板之間的方向盤外觀，否則設計再好的儀表板，也不能發揮其功能。

2-2 現況調查

實際到各車廠進行實車模擬，光憑想像是無法瞭解方向盤對儀表板視覺的影響，對各種車種各種方向盤實地調查及對駕駛的訪問，可以發現它牽涉到很多因素。下圖係市面上之各種形狀方向盤與儀表板：

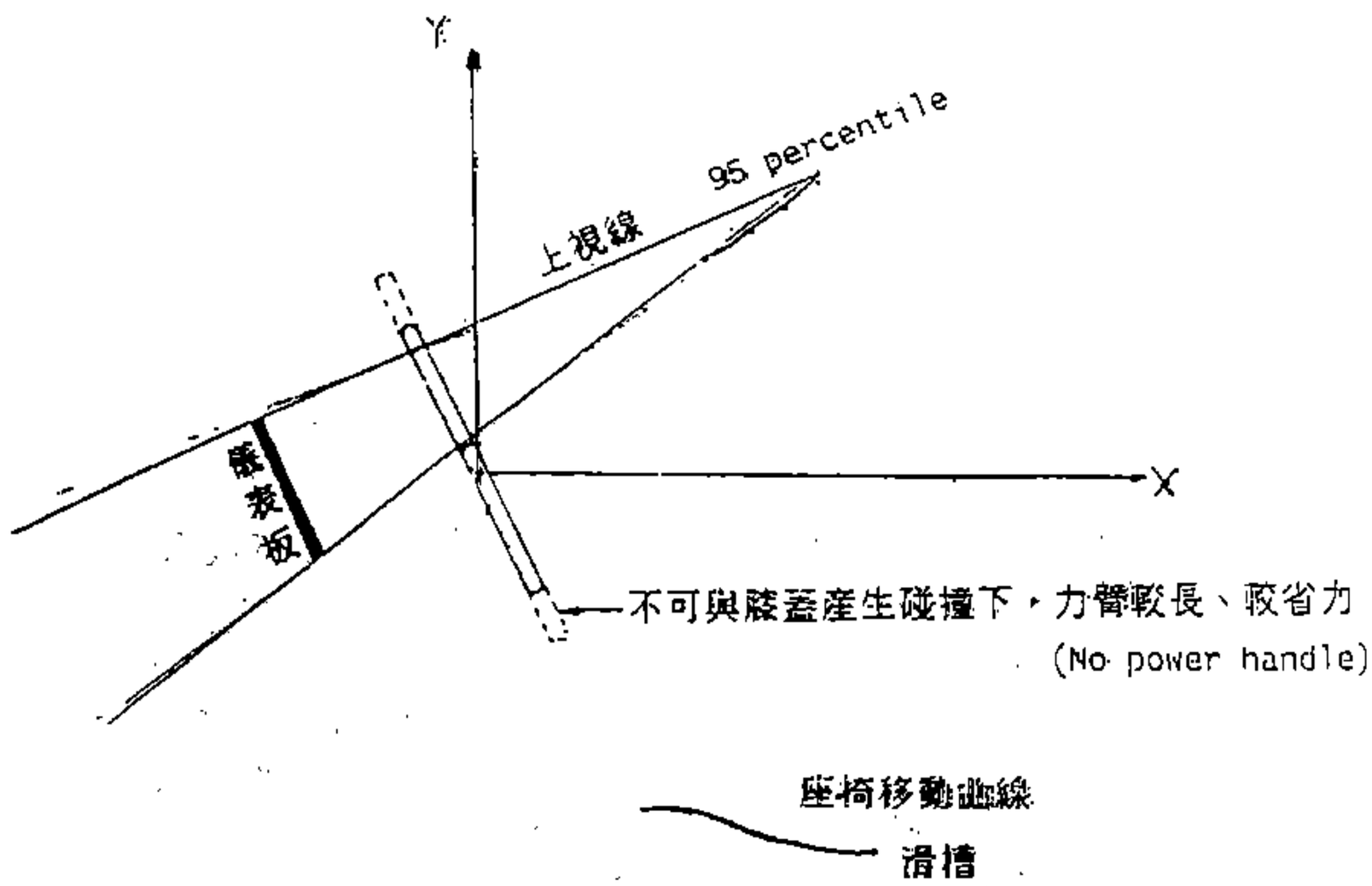


討論如下：

(1)本實驗已假設各車種之〝座椅移動曲線〞已固定，故受測者可移動座椅至舒適位置。

(2)方向盤、座椅移動曲線、眼睛三者的位置是相互影響，它們影響到手部操作方向盤的舒適性及眼睛視覺的良好性。

(3)由坐標圖發現眞正影響視覺良好的因素是〝上視線故儀表板的最高極限點應取在95 percentile之視線上。〞



(4)方向盤直徑愈大、空白區愈大，可視面積也愈大，預度也愈大，力臂大施力愈小愈省力，但須在一先條件下，那是操作時不應與膝蓋產生干擾。

2-6 結論與建議

本實驗獲致以下之結論：

(1)由於方向盤傾角θ都介於24°～27°之間，誤差不大故不視爲一自變數，同時方向盤外徑及厚度亦不爲影響之變數。

(2)所以眞正自變數爲c(x.y)點的位置及方向盤空白區域

(3)態度量表量測與照相量測所得之結果，發現是一致的。

(4)每種車型之方向盤大小差不多，但儀表板面積大小相差甚多，所以儀表板大小會影響到可視面積及反應時間。

(5)當然方向盤內阻礙愈少愈好，即空白區面積愈大愈好，可是基於每種車的企業形象，多變化富駕駛樂趣之方向盤及製造與強度上的考量等等因素下，上視線應取在95 percentile處，便可達到視覺良好的要求。

對於本實驗，研究者有如下建議：

(1)反應時間除了與可視面積有關也與文字、圖案、指針大小有關。

(2)儀表板面常覆蓋玻璃板或透明塑膠板，常造成反光應控制產生反光。

(3)方向盤內肋骨在轉動方向盤時有阻礙視覺之情況故在設計方向盤內肋骨時要做詳細的規劃。

(4)如果採用可調式方向盤須配合操作的舒適性及視覺的良好性。須充分配合座椅移動曲線視覺點移動曲線訂定出儀表板可視面積及範圍大小，配合手部操作的舒適工作域（Work space），如此系統才能達到人因工程的要求。

(5)可採用操縱桿(joystick)代替方向盤，便可解決所有問題也可使操作更舒適更人性化。

(6)儀表板視角與正視時角度過大造成反應時間過長(頭部上、下移動)，較進步的是在擋風玻璃上利用液晶顯示之儀表板可避免頭部上下移動，分散注意力。（此種擋風、玻璃液晶儀表板應用在戰鬥機上，僅少數實驗車或極高級的車種才有如此配備，還未量產。）

(7)爲防止駕駛者的分散注意力，可加入語音，提醒駕駛者。

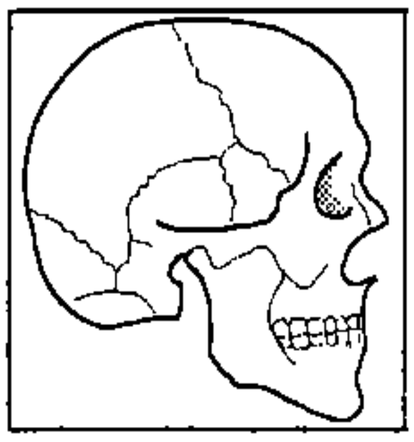
(8)本實驗樣本皆爲男性，結果可能較不完備，如果是設計一部小型車或爲女性設計的車子，樣本可皆爲女性。但本結果是影響因素爲(X,Y)的位置，且取(X,Y)爲 95 percentile 也涵蓋女性的視覺良好程度內。

(9)女性的注意力比較集中，反應時間比較短，但反應動作的執行時間比較長。

(10)反應時間與受測者心情，注意力、先天反應能力、儀表板反光。

測反應時間須較精密儀器、偵測目標須固定於幾點（即每個樣本都一樣）如此得到的結果才合理。

附錄三



The Head

Chi-Yuang Yu

July 21, 1994

BONE OF THE HEAD

Skull, 22 bones	Cranium, 8 bones	Occipital Two Parietal Frontal Two Temporal Sphenoid Ethmoid
	Face, 14 bones	Two Nasal Two Superior Maxillary Two Laxhrymal Two Malar Two Palate Two Inferoit Tirbinated Vomer Inferoir Maxillary

A. Bone of the Skull

I. SKULL AS A WHOLE

1. Pericranium
   Periosteum on external surface of skull.

2. Norma
   i Calvaria
   ii Norma facialis
   iii Internal cranial base
   iv Norma lateralis
   v External cranial base
   vi Norma occipitalis

II. CRANIAL BONES

1. Occipital Bone
   Between the spheoid, temporal and parietal bones.
   i Basilar part
   ii Lateral part
   iii Squama

2. Sphenoid Bone
   Between the occcipital and temporal bones.
   i Body
   ii Lesser wing of sphenoid
   iii Greater wing of sphenoid
   iv Pterygoif process

3. Temporal Bone
   Located between occipital, sphenoid and parietal bones; formed by pars petrosa, pars tympanica and prs squmosa.
   i Squamous part
   ii Mastoid part
   iii Petrous part, petrosal bone, pyramid
   iv Tympanic part

4. Parietal Bone
   Adjoint the occipital, frontal, sphenoid and temporal bones.

5. Frontal Bone
   - i Squama of frontal bone
   - ii nasal part
   - iii orbital part

6. Ethmoid Bone
   Unpaired bone inserted into the ethnoidal notch of frontal bone.

7. Inferoir Nasal Concha

8. Lacrimal Bone

9. Nasal Bone

10. Vomer

III. FACIAL BONES

1. Maxilla
   - i Body of maxilla
   - ii Fontal process
   - iii Zygomatic or malar process
   - iv Platine process
   - v Alveolar process

2. Palatine bone
   From the posteroir extension of the upper jaw.
   - i Perpendicular plate
   - ii Horzontal plate
   - iii Pyramidal process

3. Zygomatic Bone
   Forms a large portion of the lateral wall of the orbit and part of zygomatic arch.

4. Mandible
   Lower jaw.
   - i Body of mandible
   - ii Ramus of mandible

5. Hyoid bone

B. Craniometry(Cephalometry)

1. Maximum length of the head,or the maximum antao-posterior diameter.

2. The maximum breadth of the head or maximum lateral diameter.

3. Height of the head (balanved in its condyles).

4. The minimum frontal breadth.

5. Maxomum bimastoifeal diameter.

6. Bizygomatic diameter.

7. Bigoniac diameter.

8. Height if the face, total.

9. Naso-menton diameter.

10. The nasl-buccal diameter.

11. The naso-alveolar diameter.

12. Height of the nose.

13. Breadth of the nose.

14. Prominence of the nose at its base.

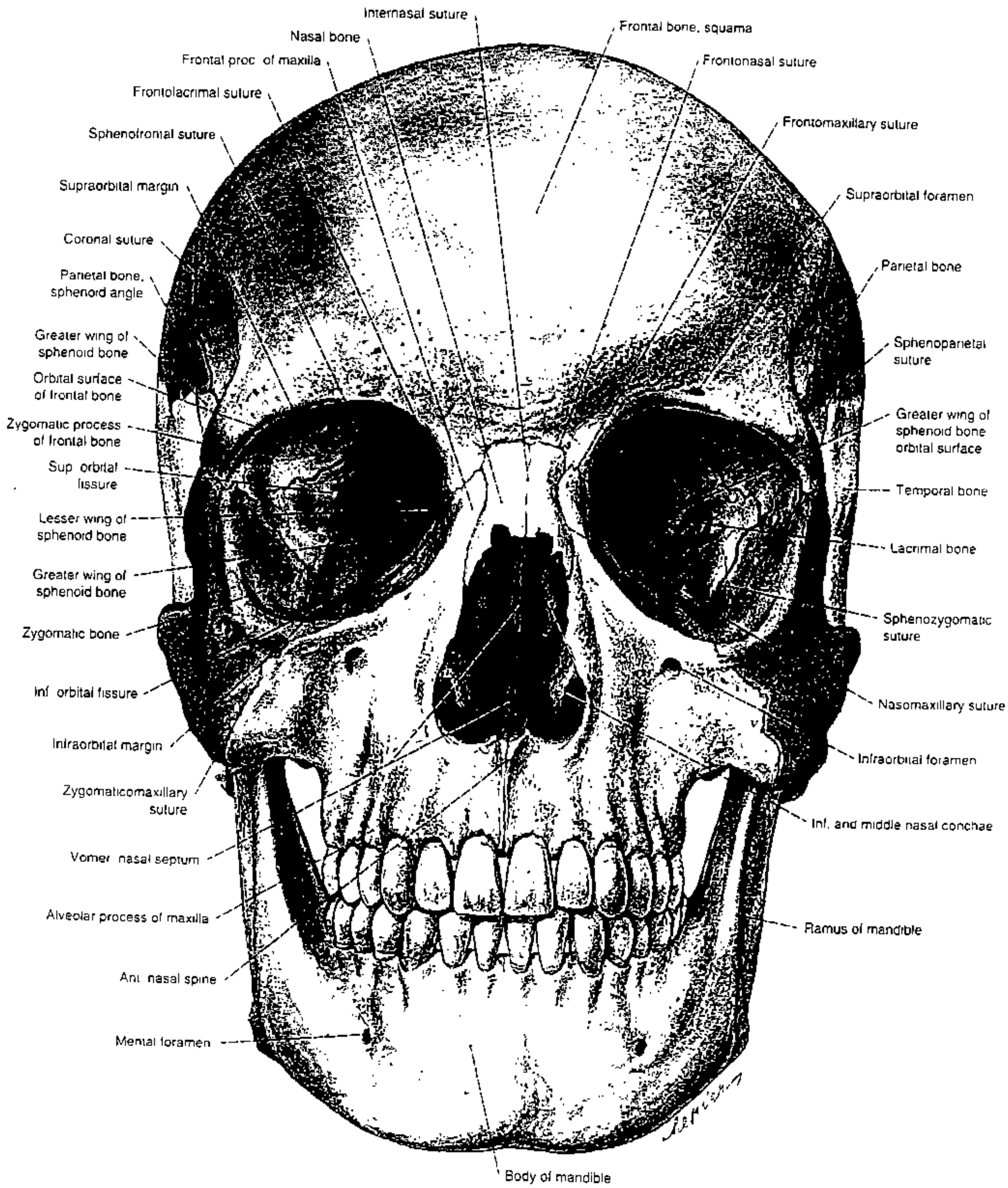
15. External bipalpebral breadth.

16. The internal palpebral breadth.

17. Breadthof the mouth.

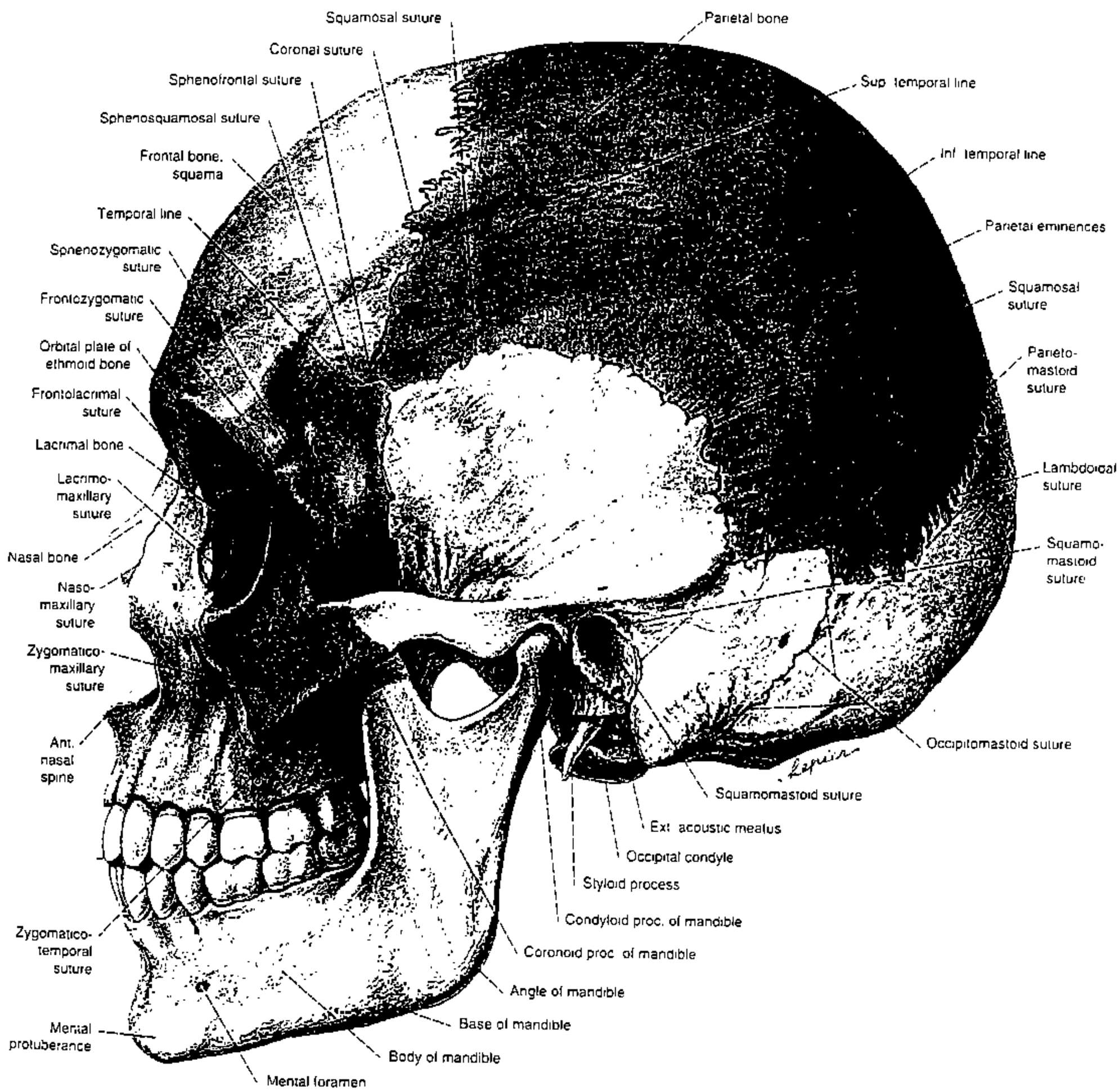
18. Bilabial height.

19. The ear.



Frontal bone – lavender
Nasal bone – light gray
Maxillary bone – yellow
Zygomatic bone – orange
Sphenoid bone – green
Temporal bone – light gray
Inferior nasal concha – gray
Mandible – light blue
Lacrimal bone – red
Vomer – red
Middle nasal concha (ethmoid bone) – dark yellow
Parietal bone – brown

Fig. 4. The skull. Anterior aspect. The bones of the skull are depicted by different colors.



Frontal bone – lavender
Parietal bone – brown
Occipital bone – light blue
Nasal bone – light gray
Lacrimal bone – red
Zygomatic bone – orange
Sphenoid bone – green
Temporal bone – light gray
Maxilla – yellow
Mandible – light blue

Fig. 6. The skull. Lateral aspect. The cranial and facial bones of the head are depicted by different colors.

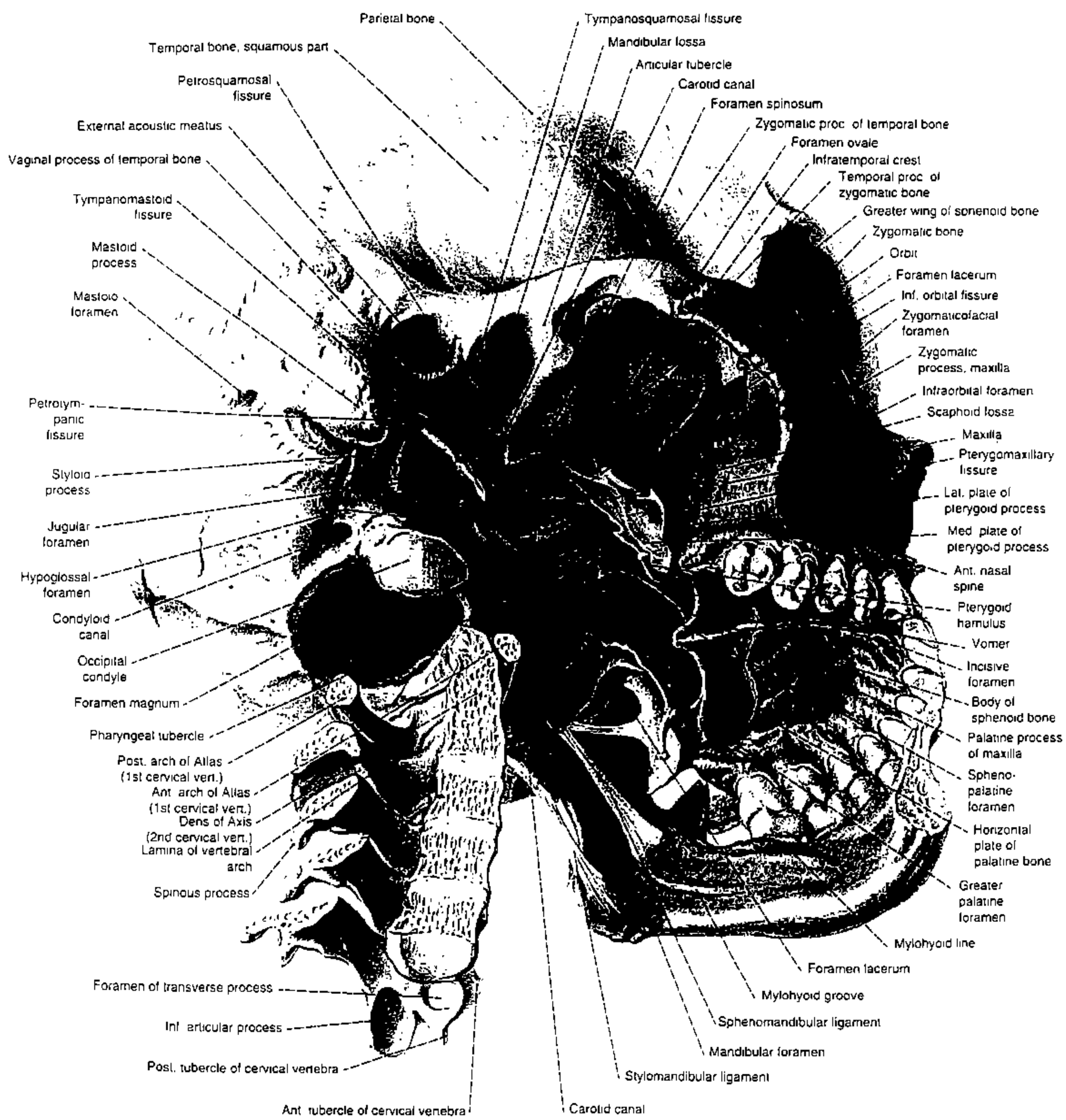
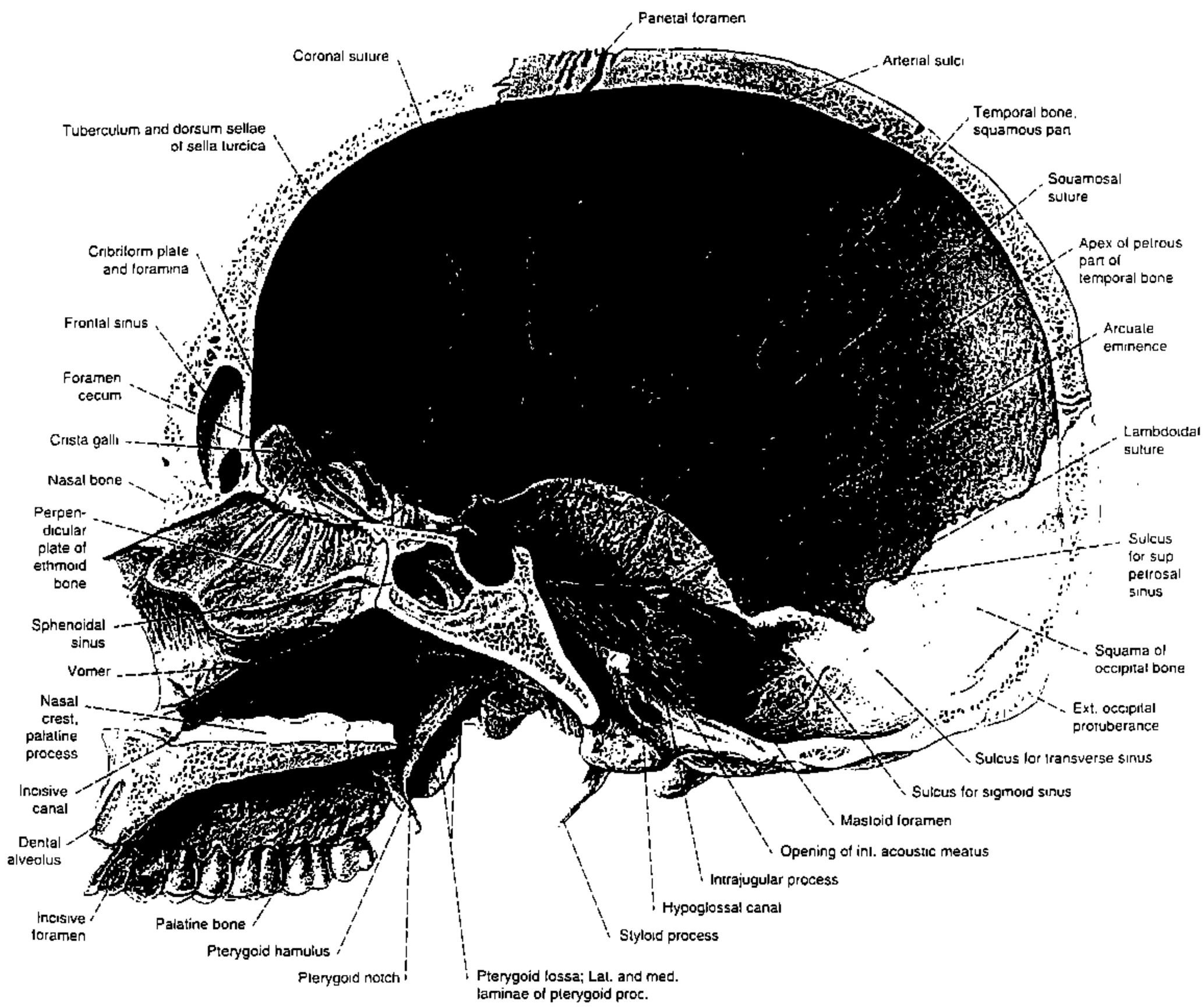
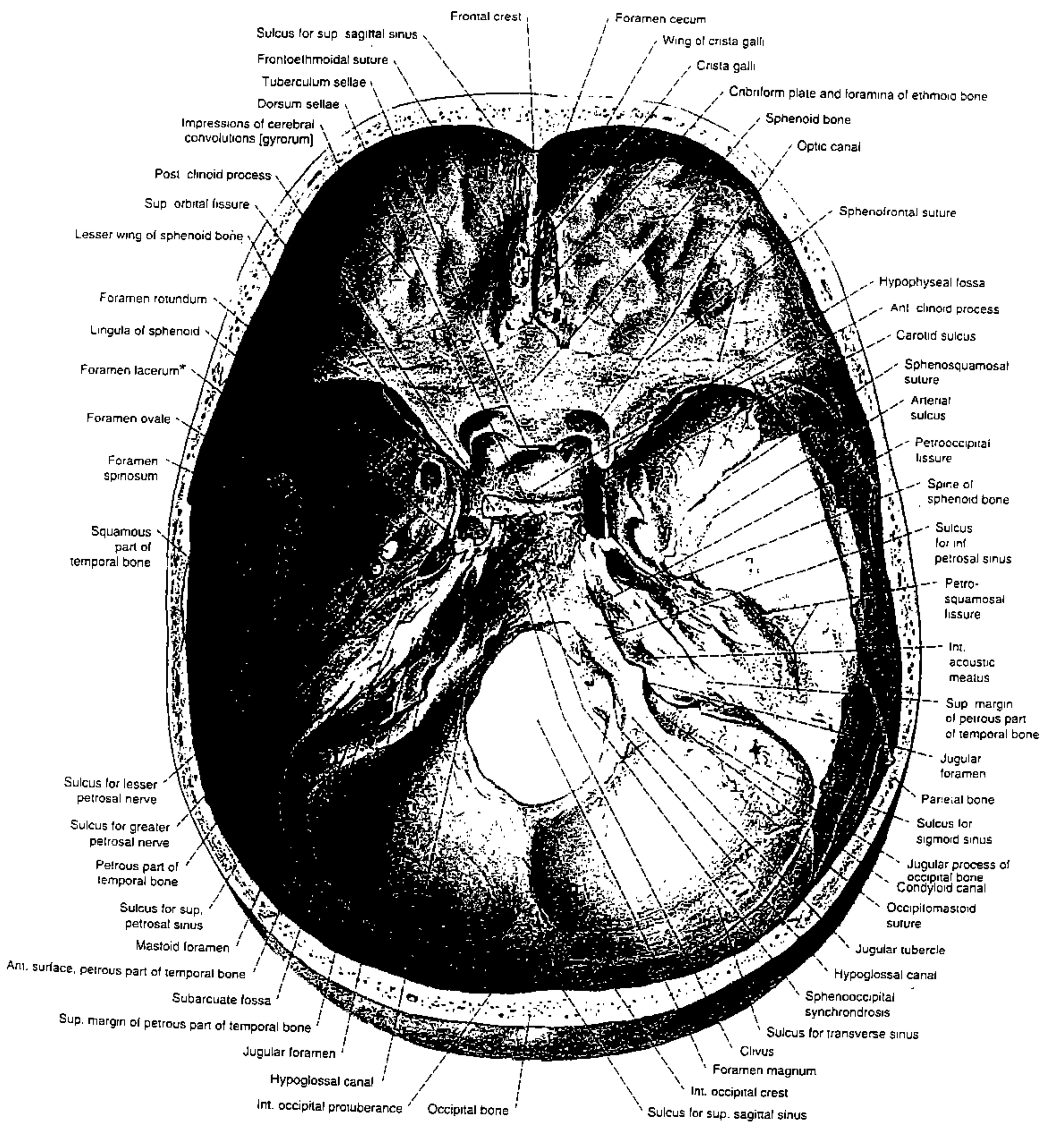


Fig. 8. The skull, with bisected mandible and upper cervical vertebral column viewed from below and from the side.



Frontal bone – lavender
Parietal bone – brown
Occipital bone – light blue
Nasal bone – light gray
Ethmoid bone – yellow
Sphenoid bone – green
Temporal bone – gray
Maxilla – light yellow
Vomer – red
Palatine bone – light blue

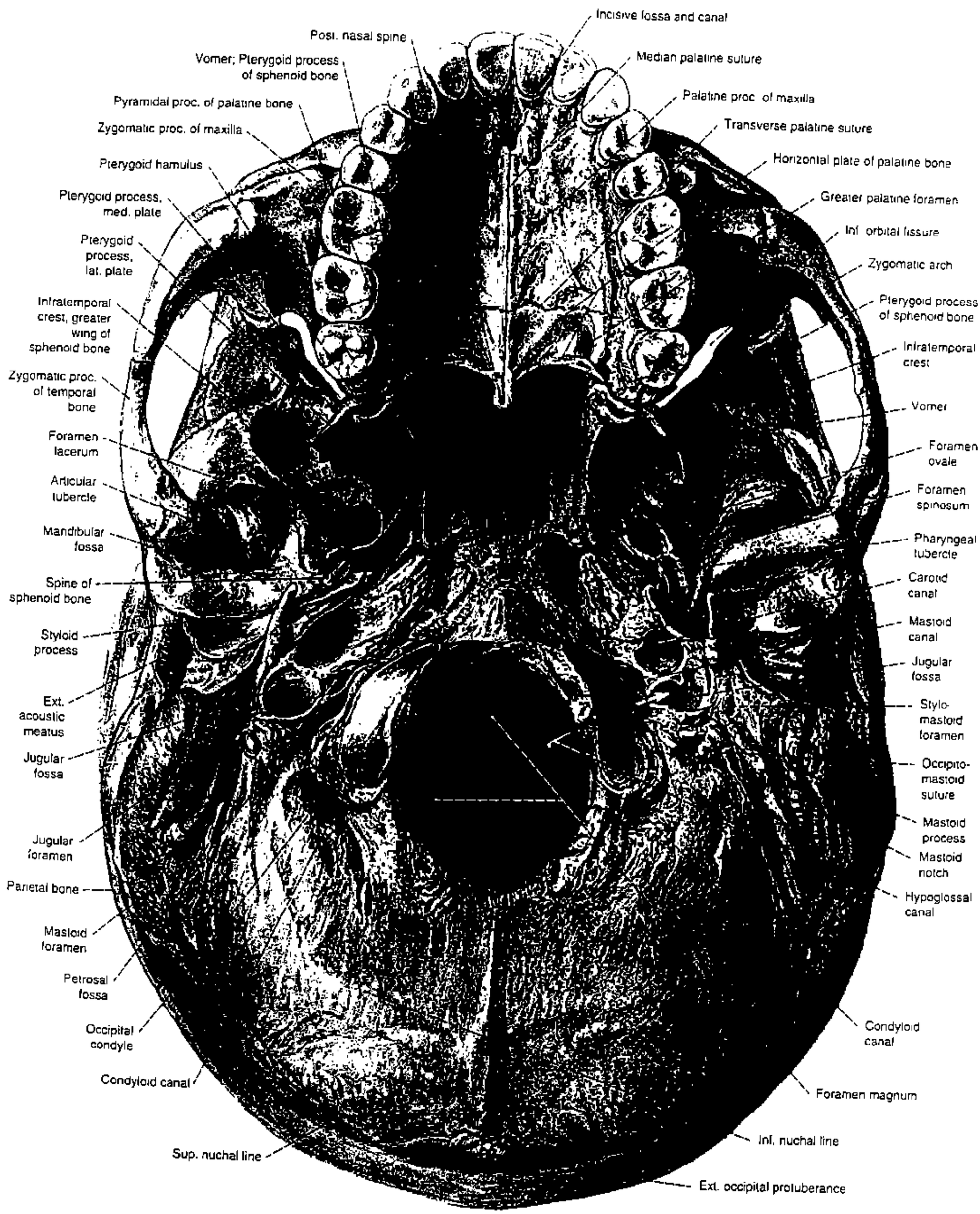
Fig. 10. The skull. Paramedian sagittal section, medial aspect. The bones of the skull are depicted by different colors.



Frontal bone – lavender
Parietal bone – brown
Ethmoid bone – yellow
Sphenoid bone – green
Temporal bone – gray
Occipital bone – light blue

Fig. 12. Interior of the base of the skull (from a young person as indicated by the residual spheno-occipital synchondrosis). The bones of the skull are depicted by different colors.

* The foramen lacerum is visible only in the dried skull, while *in vivo* this aperture is covered by a layer of fibrocartilage.



Maxilla – light yellow
Frontal bone – lavender
Parietal bone – brown
Palatine bone – light blue
Vomer – red
Zygomatic bone – orange
Sphenoid bone – green
Temporal bone – gray
Occipital bone – light blue

Fig. 16. Exterior of the base of the skull [Norma basalis]. The arrow is in the hypoglossal canal. The bones of the skull are depicted by different colors.

附錄四

光量測 (Photometry)

光量(lumenous flux):單位是lumen, 1/683 watt的555nm的Radiant energy
or 1/1700 watt的507nm的Radiant energy
以Rod為主的光量感覺。

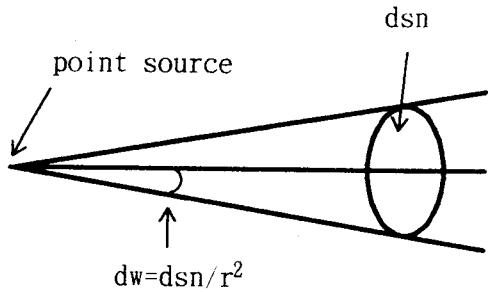
$$\phi = K P e$$
$$= K \int \lambda P e \lambda \nu(\lambda) d(\lambda)(lm)$$ K＝683為photometry
1700 為scotometry

照度 (illuminance) : the luminous flux impinging on or traversing a unit area.

$$En = d\phi / dsn \ (lm/m^2) \qquad M = d\phi / dsn \ (lm/m^2)$$

因為

$$dw = dsn / r^2 \ (Sr)$$



$$I = D\phi / dw$$
$$= d\phi / dw r^2$$
$$= I / dw$$ ← 如果dsn比起r顯得微不足道的情形

強度 (luminous intensity)

$$I = d\phi / dw \ (lm/sr) \text{ or } (cd)$$

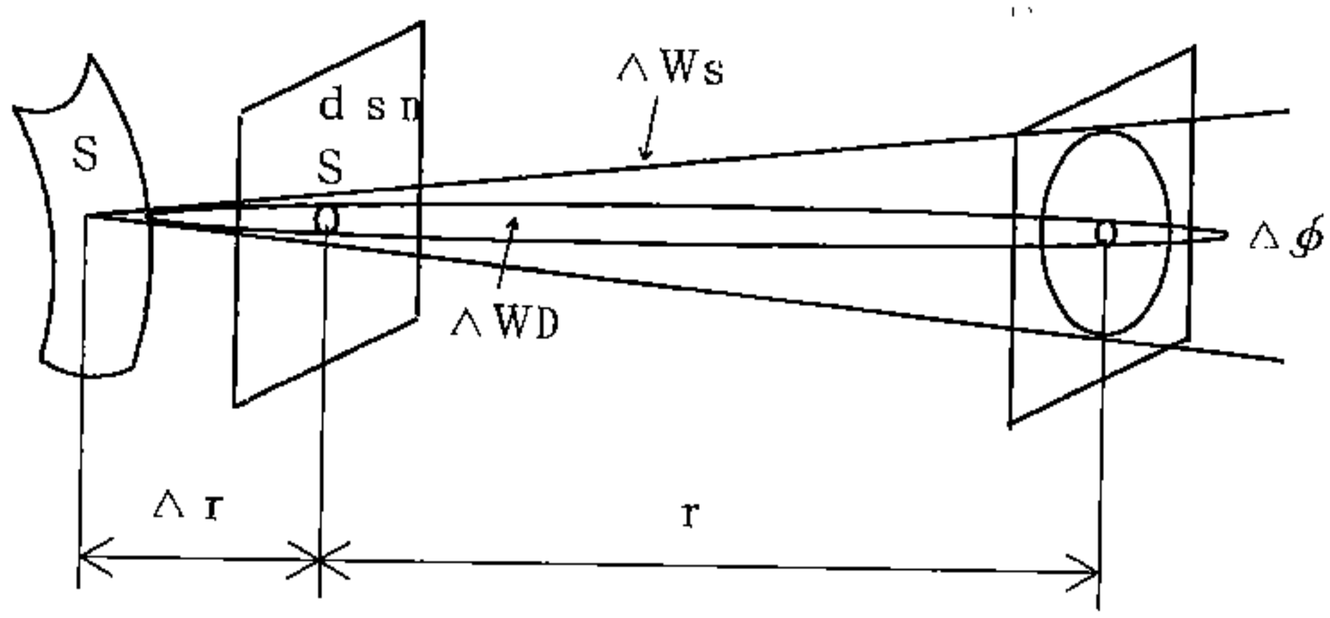
然而,当光源並非point source ,the luminous intensity per unit area may be of interest .This is call luminance (亮度) 其單位為$lm/sr \cdot m^2$

亮度(luminance)

$$L = dI / dsn \ (lm / sr \cdot m^2)$$

$$又 \quad dI = dp / dws$$

$$= d^2 / dsn \cdot \phi / dws$$



因為有時我們只有光源有限的資料（如, total flux 而沒有intensity(I) , 我們希望能够找它們之間的關係（如ϕ α π等）, 就一個平面的發光體或反射體, 這個關係可以用下列方法求得

首先我們必須介紹Lambert's surface,所謂的lambert's surface就是一個surface的亮度與viewing direction無關,亦即無論我們正看(90°)或水平看(0°)其亮度完全一樣,有這樣的性質,就

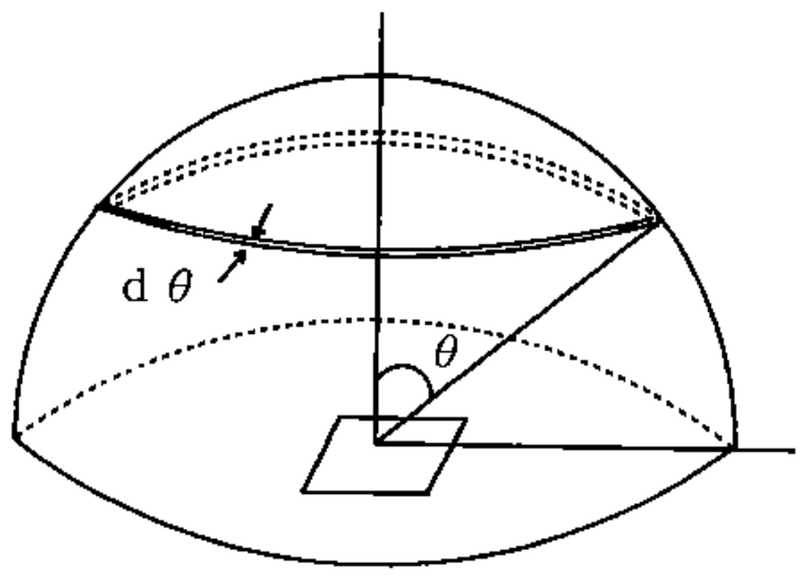
$$I(\theta) = I(o) \cos\theta$$

$$d\phi = I(o) \cos\theta \, dw$$

$$dw = 2\pi \sin\theta \, d\theta$$

$$\phi = \int_0^{\pi/2} I(o) \cos\theta \, (2\pi \sin\theta \, d\theta)$$

$$= \pi I(o)$$



相反的，對一個均勻的球面發光體或反射體，它會在任何輻射 I units的lumiousflux, total flux

$$\phi_s = 4\pi I$$

$$L_s = I / \pi r^2 \qquad (\pi r^2 = ds) \text{ projected area}$$

對一個diffuse的圓柱發光體而言，假設其在軸向的輻射略而不計，則其intensity（I）會隨COSθ而遞減θ是viewing direction和其軸向垂直面的夾角，其total luminous flux

$$dw = 2\pi \cos\theta \, d\theta$$

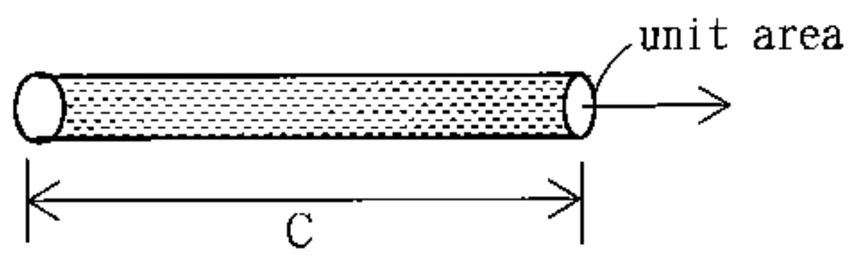
$$\phi = 2\pi I(o) \int^{\pi/2}_{\pi/2} COS^2\theta \, D\theta$$

$$= \pi^2 I(o)$$

$$Lc = I(o) / 2rL \qquad (2Lr : \text{proected area})$$

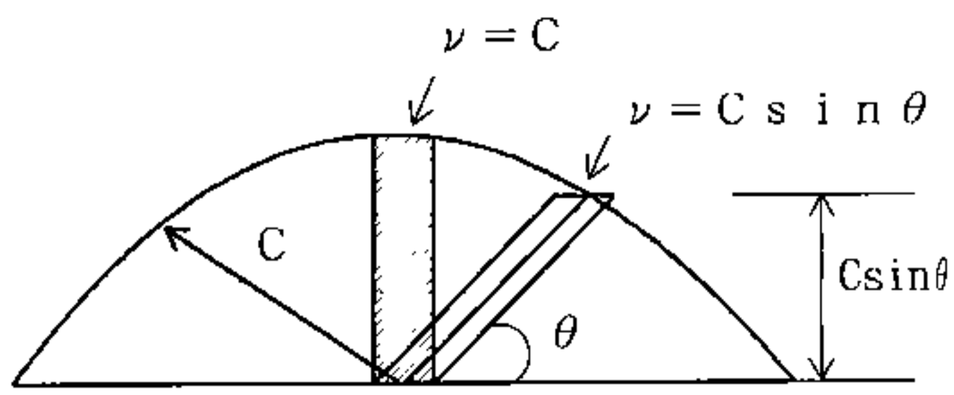
欲了解L與I之間的關係，首先必須了解luminous density，它是單位體積的luminous flux 單位是lm/m²

$$E = UC$$



現在我們考慮一個表面，其luminous flux 漫射至all directions,

$$du = u \, d\Omega / 4\pi$$



$$\nu = CSIN\theta$$

$$dw = 2\pi \cos\theta \, d\theta$$

$$M = \int \nu \, du = \int^{\pi/2}_{0} (c\sin\theta) \; (u / 4\pi \times 2\pi COS \, d\theta)$$

$$= 1 / 4cu$$

Table 1(4.1) Basic Photometric Quantities, Their Defining Equations and Units.[a, b]

Term	Symbol	Defining Equation	Explanatory Notes	Units
Luminous flux (or power)	F_v (or P_v)	$F_v = KP_e$	P_e: Radiant flux (W)	lm
		$F_v = K_m \int_\lambda P_{e\lambda} V(\lambda)\, d\lambda$	K: Luminous efficacy ($\mathrm{lm \cdot W^{-1}}$) K_m: Max. luminous efficacy ($683\ \mathrm{lm \cdot W^{-1}}$)	
Luminous intensity	I_v	$I_v = \dfrac{dF_v}{d\omega_1}$	$d\omega_1$: Element of solid angle with apex (1) at surface of source	cd ($\mathrm{lm \cdot sr^{-1}}$)
Luminance	L_v	$L_v = \dfrac{d^2F_v}{dA_1 \cos\varepsilon_1\, d\omega_1}$	dA_1: Surface element of source ε_1: Angle between given direction (1)–(2) and normal n_1 of dA_1	$\mathrm{cd \cdot m^{-2}}$ ($\mathrm{lm \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1}}$)
		$= \dfrac{dI_v}{dA_1 \cos\varepsilon_1}$	$dA_1 \cos\varepsilon_1$: dA orthogonally projected on plane perpendicular to given direction (1)–(2)	
		$= \dfrac{d^2E_v}{dA_2 \cos\varepsilon_2\, d\omega_2}$	$dE_{v,n}$: Illuminance on dA_2 normal to the direction (1)–(2)	
		$= \dfrac{dE_{v,n}}{d\omega_2}$	$d\omega_2$: Element of solid angle with apex (2) at surface of receiver	
Illuminance	E_v	$E = \dfrac{dF_v}{dA_2}$	dA_2: Surface element of receiver	$\mathrm{lm \cdot m^{-2}}$
Luminous exitance	M_v	$M = \dfrac{dF_v}{dA_1}$		$\mathrm{lm \cdot m^{-2}}$
Luminous efficacy function	$K(\lambda)$	$K(\lambda) = K_m V(\lambda)$	$V(\lambda)$: Relative photopic luminous efficiency function	

Table 2(4.1) Conversion Factors for Different Units of Illuminance and Luminance

1. Illuminance Conversion Factors

		Lux	Phot	Milliphot	Footcandle	Lumen (per square unit of area)	Abbreviation
1 Lux	=	1	10^{-4}	10^{-1}	9.290×10^{-2}	= 1 lm/m²	[lx]
1 Phot	=	10^{4}	1	10^{3}	9.290×10^{2}	= 1 lm/cm²	[ph]
1 Milliphot	=	10	10^{-3}	1	9.290×10^{-1}	= 10^{-3} lm/cm²	[mph]
1 Footcandle	=	1.076×10	1.076×10^{-3}	1.076	1	= 1 lm/ft²	[fcd]

2. Luminance Conversion Factors

		Nit	Stilb	Apostilb	Lambert	Millilambert	Footlambert	Candela ft^{-2}	Candela in^{-2}	Candela (per square unit of area)	Abbreviation
1 Nit	=	1	10^{-4}	3.142	3.142×10^{-1}	3.142×10^{-1}	2.919×10^{-1}	9.290×10^{-2}	6.452×10^{-4}	= 1 cd/m²	[nt]
1 Stilb	=	10^{4}	1	3.142×10^{4}	3.142	3.142×10^{3}	2.919×10^{3}	9.290×10^{2}	6.452	= 1 cd/cm²	[sb]
1 Apostilb	=	3.183×10^{-1}	3.183×10^{-5}	1	10^{-4}	10^{-1}	9.290×10^{-2}	2.957×10^{-2}	2.054×10^{-4}	= $(1/\pi)$ cd/m²	[asb]
1 Lambert	=	3.183×10^{3}	3.183×10^{-1}	10^{4}	1	10^{3}	9.290×10^{2}	2.957×10^{2}	2.054	= $(1/\pi)$ cd/cm²	[L]
1 Millilambert	=	3.183	3.183×10^{-4}	10	10^{-3}	1	9.290×10^{-1}	2.957×10^{-1}	2.054×10^{-3}	= 10^{-3} $(1/\pi)$ cd/cm²	[mL]
1 Footlambert	=	3.426	3.426×10^{-4}	1.076×10	1.076×10^{-3}	1.076	1	3.183×10^{-1}	2.210×10^{-3}	= $(1/\pi)$ cd/ft²	[fL]
1 Candela/ft²	=	1.076×10	1.076×10^{-3}	3.382×10	3.382×10^{-3}	3.382	3.142	1	6.944×10^{-3}	= 1 cd/ft²	[cdft^{-2}]
1 Candela/in²	=	1.550×10^{3}	1.550×10^{-1}	4.869×10^{3}	4.869×10^{-1}	4.869×10^{2}	4.524×10^{2}	1.44×10^{2}	1	= 1 cd/in²	[cdin^{-2}]

Other (equivalent) units: 1 equivalent phot = 1 lambert
1 equivalent lux = 1 blondel = 1 apostilb
1 equivalent footcandle = 1 footlambert

Note. To convert the value of a quantity expressed in terms of a unit named in the column on the left-hand side of the table to its value in terms of a unit named in the row at the head of the table, multiply by the number at the intersect of the row through the initial unit and the column through the final unit. For example, X footlamberts = $X \times 3.426 \times 10^{-4}$ stilbs.

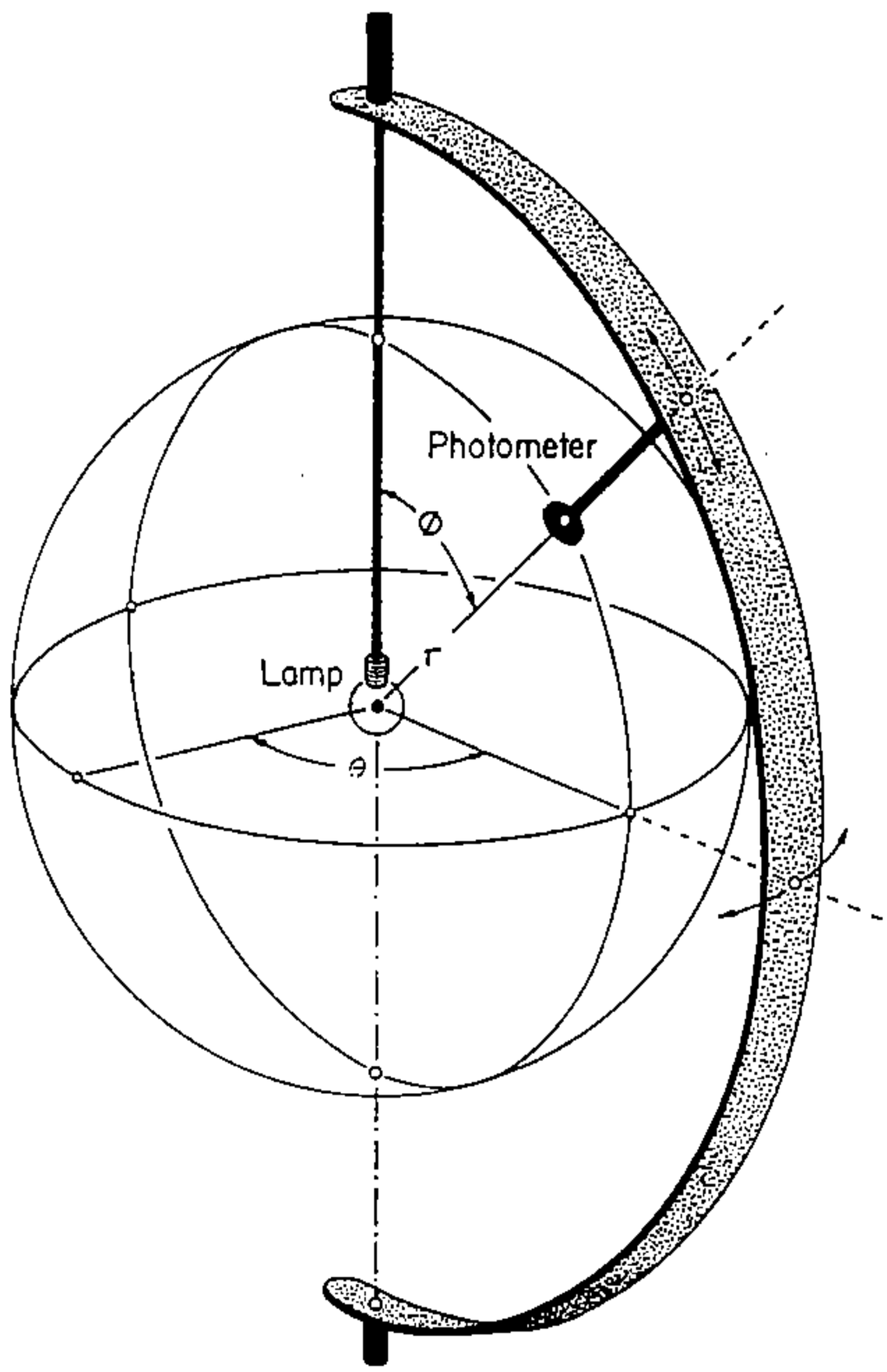


Fig. 1(4.3.4). Schematic diagram of a gonio-photometer to measure the total luminous flux emitted by a lamp.

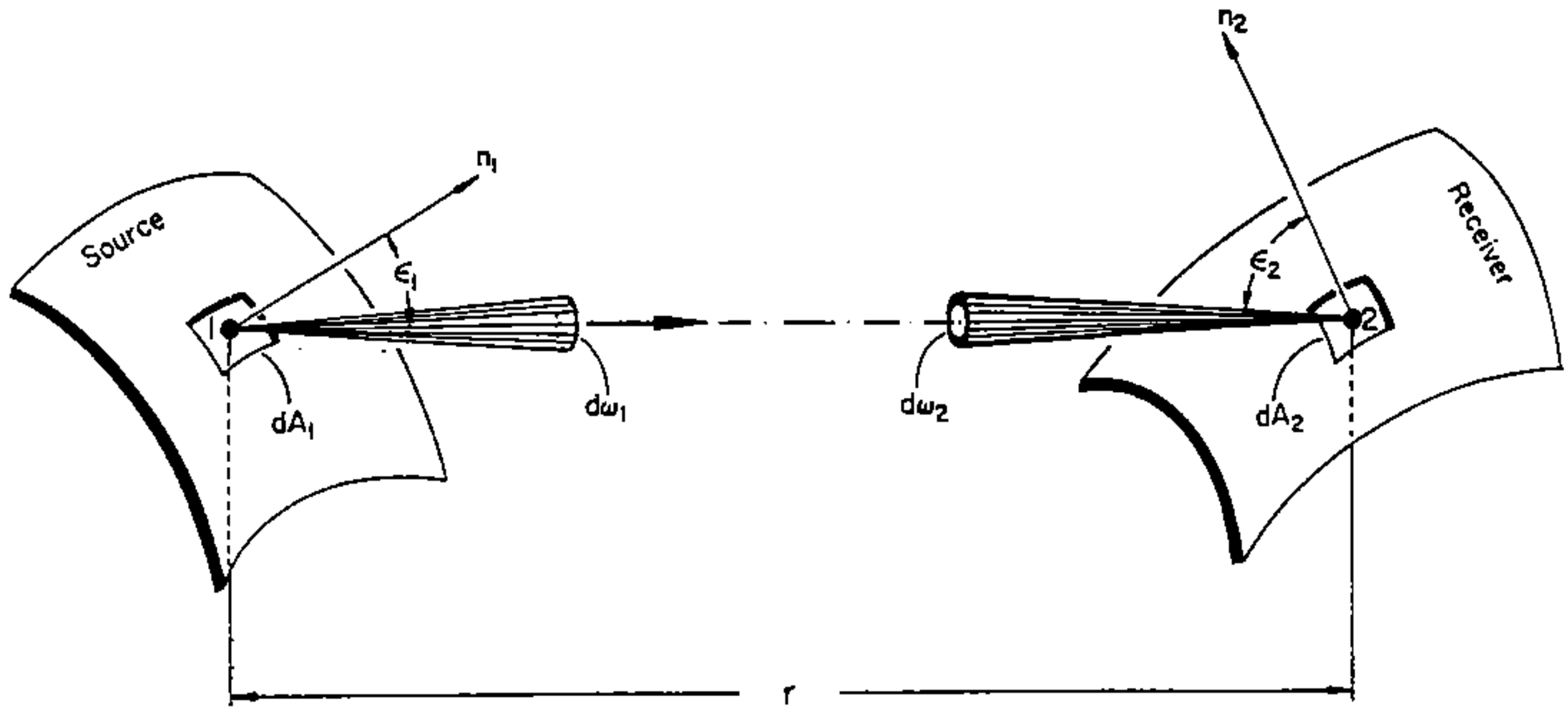


Fig. 1(1.1). Illustration of explanatory notes given in Table 1(1.1) concerning basic radiometric quantities and units.

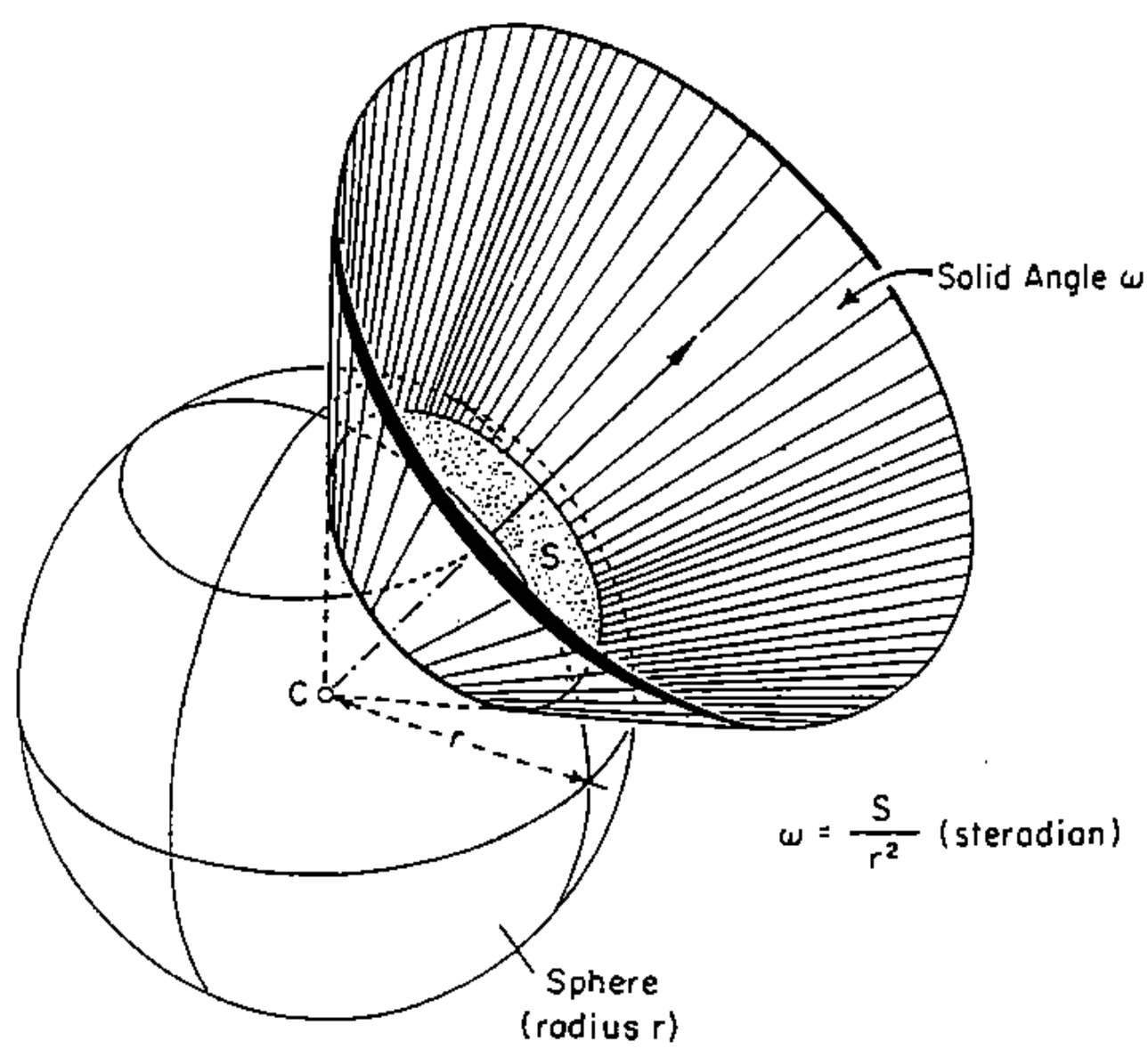
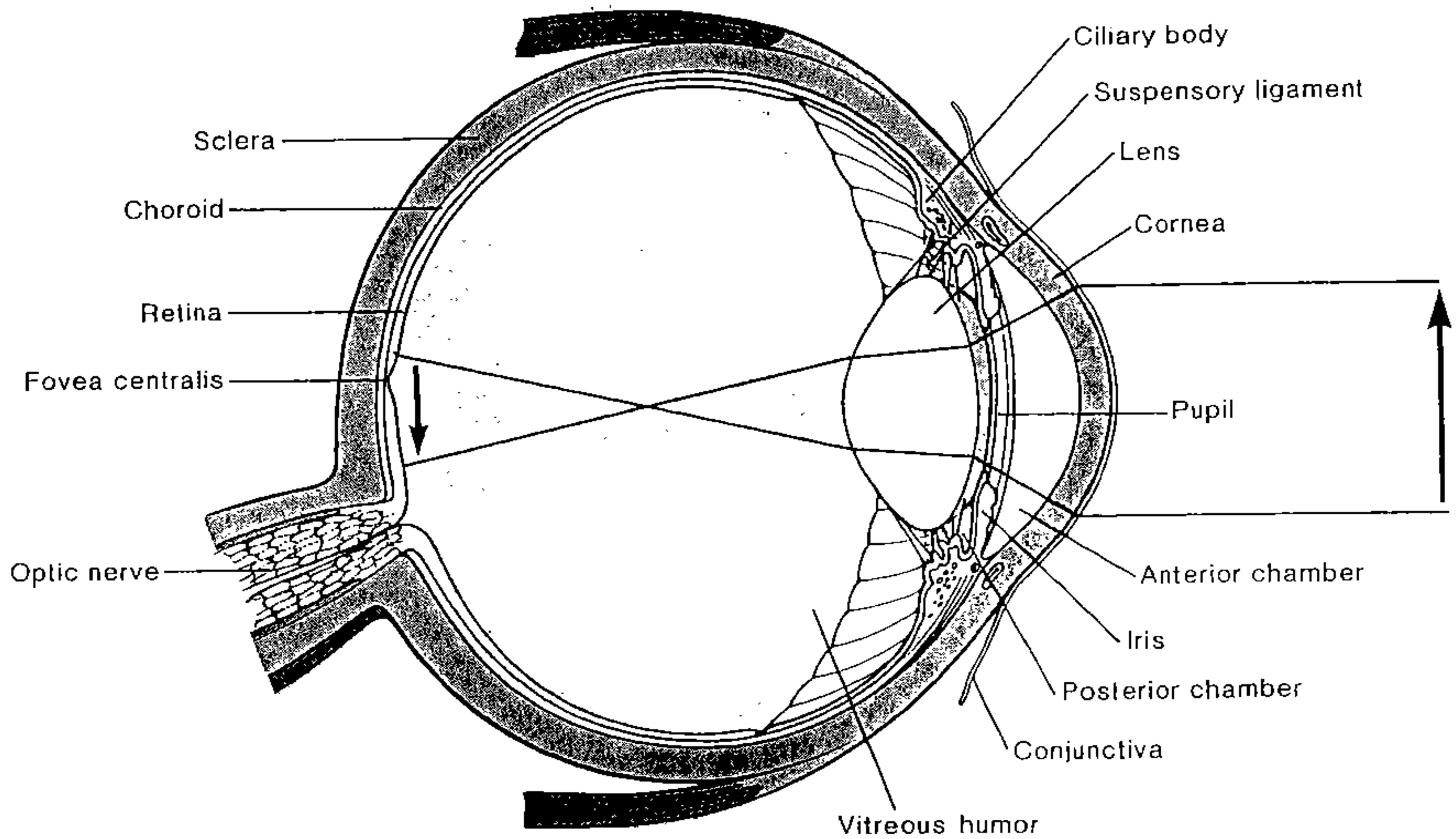


Fig. 2(1.1). Illustration of a solid angle ω and its measurement in terms of the unit of solid angle, the steradian (sr). The apex of the solid angle is located at C. The solid angle cuts off an area S on the surface of a sphere centered at C and of radius r. The size of the solid angle ω is then given by the quotient of S over r^2. In the case illustrated, ω is approximately equal to one steradian. The concept of solid angle is not confined to right-circular cones of the kind depicted in the illustration. Almost any shape of cone, generated by the straight lines emerging from the apex to the points of a closed curve, can represent a solid angle. If the closed curve is a polygon (e.g., a square), the cone and thus the solid angle takes on the shape of a pyramid.


Ciliary body
Suspensory ligament
Lens
Cornea
Sclera
Choroid
Retina
Fovea centralis
Pupil
Optic nerve
Anterior chamber
Iris
Posterior chamber
Conjunctiva
Vitreous humor

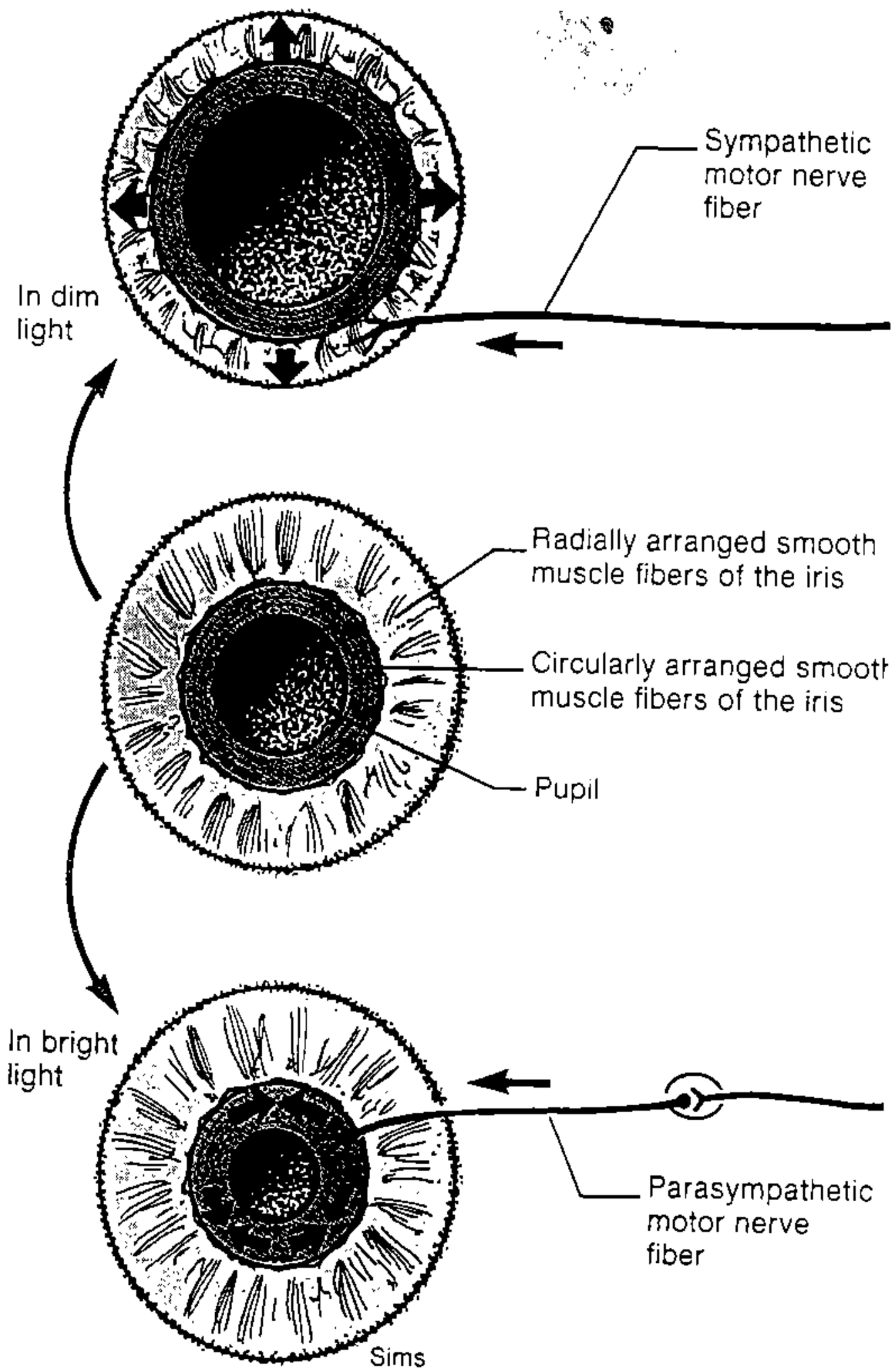
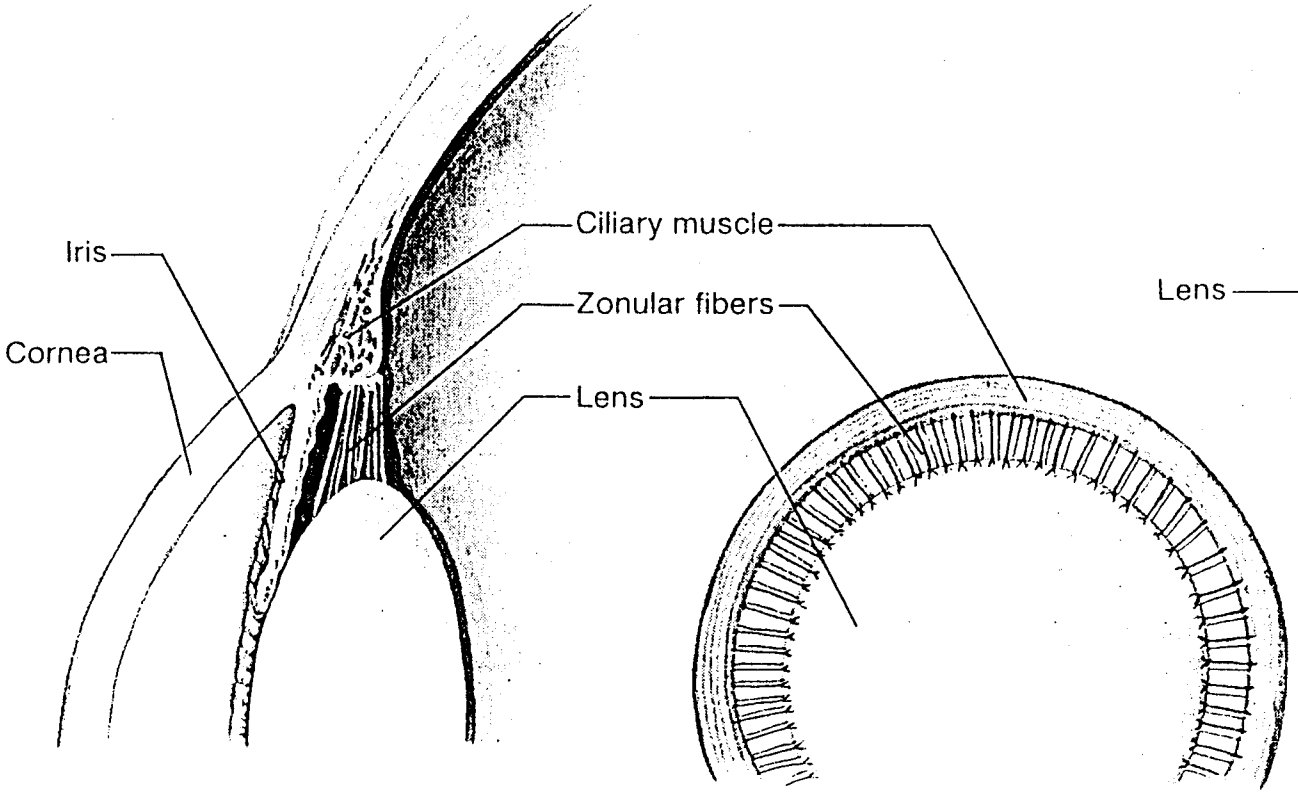

Sympathetic motor nerve fiber
In dim light
Radially arranged smooth muscle fibers of the iris
Circularly arranged smooth muscle fibers of the iris
Pupil
In bright light
Parasympathetic motor nerve fiber
Sims

Figure 9.38. (*a*) Diagram, and (*b*) scanning electron micrograph (from the eye of a seventeen-year-old boy), showing the relationship between the lens, zonular fibers, and ciliary muscle of the eye. ([*a*] From: "How the Eye Focuses," by James F. Koretz and George Handleman. Copyright © 1988 by Scientific American, Inc. All rights reserved.)



(b)

Figure 9.39. Changes in the shape of the lens during accommodation (*a*) The lens is flattened for distant vision when the ciliary muscle fibers are relaxed and the suspensory ligaments are taut (*b*) The lens is more spherical for closeup vision when the ciliary muscle fibers are contracted and the suspensory ligaments are relaxed

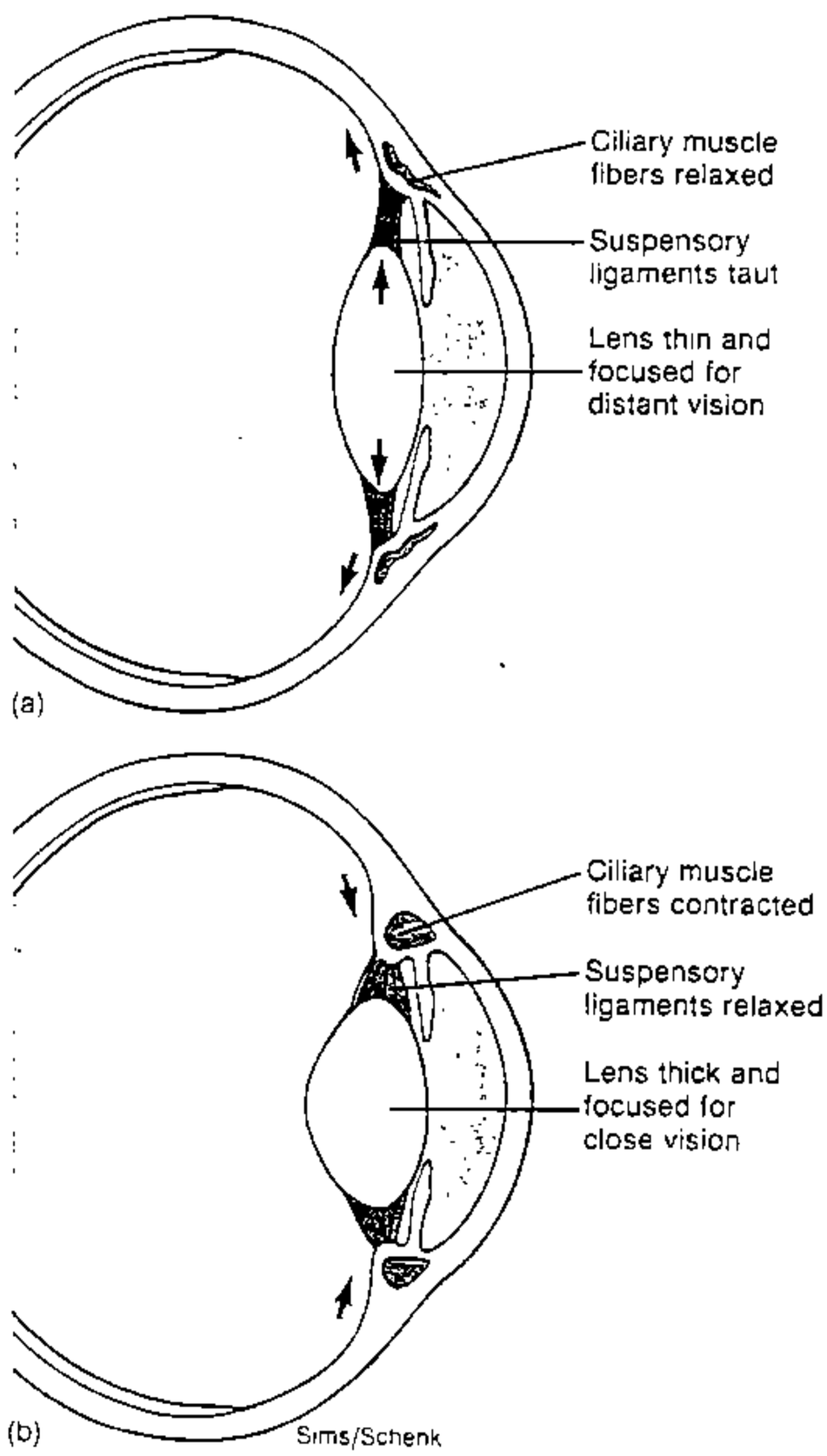
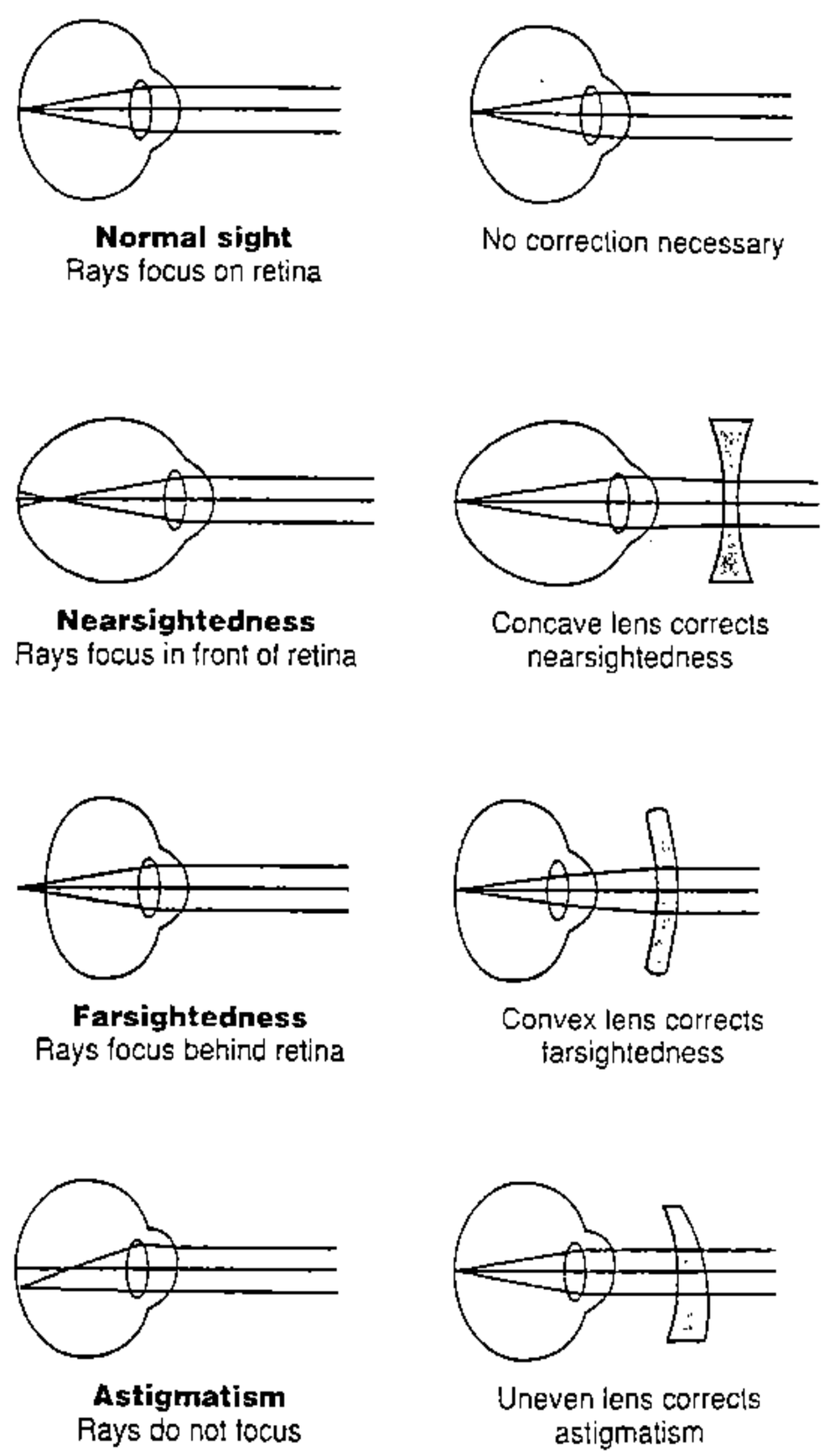


Figure 9.40. In a normal eye (*a*), parallel rays of light are brought to a focus on the retina by refraction in the cornea and lens If the eye is too long, as in myopia (*b*), the focus is in front of the retina. This can be corrected by a concave lens If the eye is too short (*c*), as in hyperopia, the focus is behind the retina This is corrected by a convex lens. In astigmatism (*d*), light refraction is uneven due to an abnormal shape of the cornea or lens.



THE RETINA

There are two types of photoreceptor neurons: rods and

Figure 9.41. The layers of the retina. The retina is inverted, so that light must pass through various layers of nerve cells before reaching the photoreceptors (rods and cones).

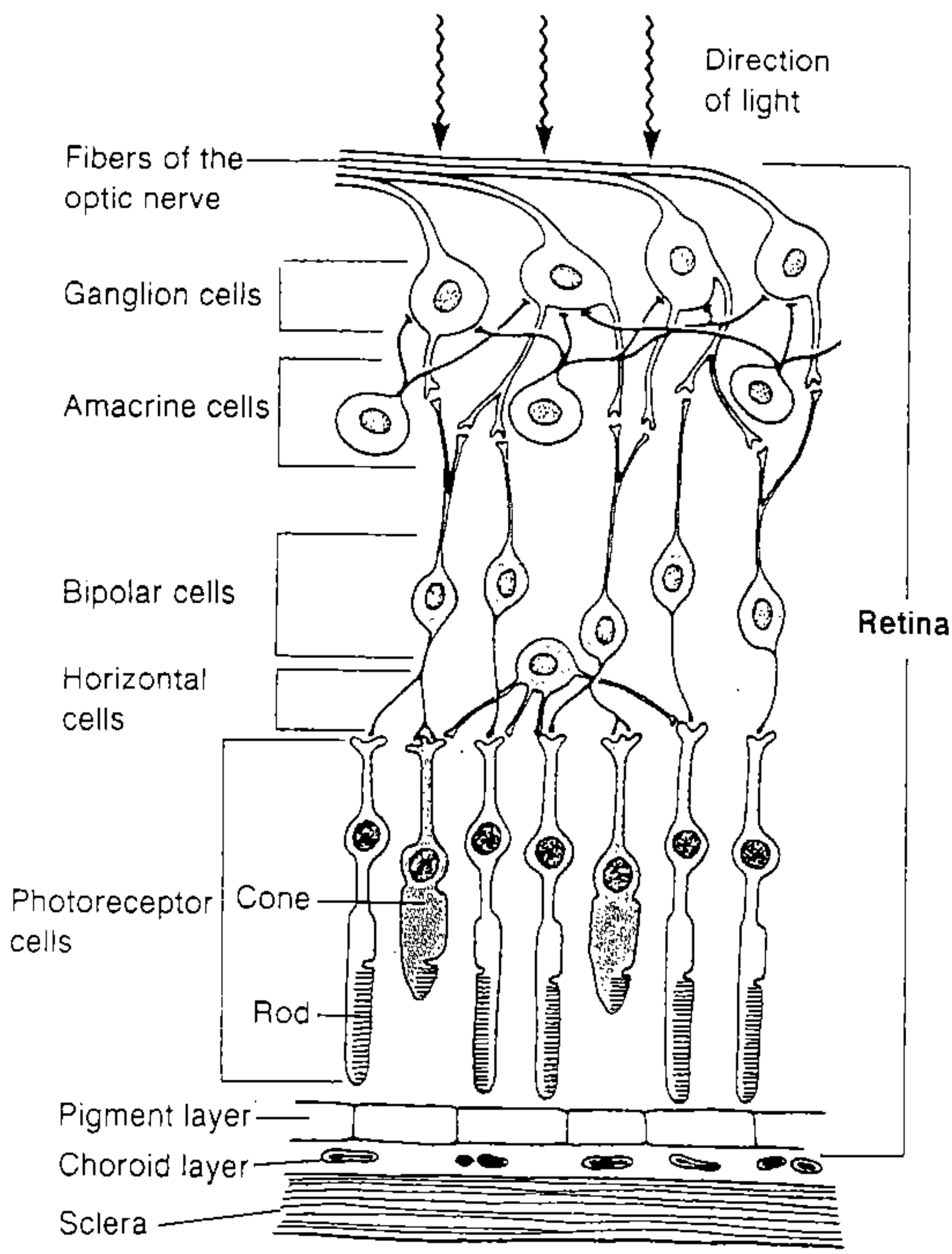


Figure 9.42. (*a*) Structure of a rod and cone (*b*) A scanning electron micrograph of rods and cones

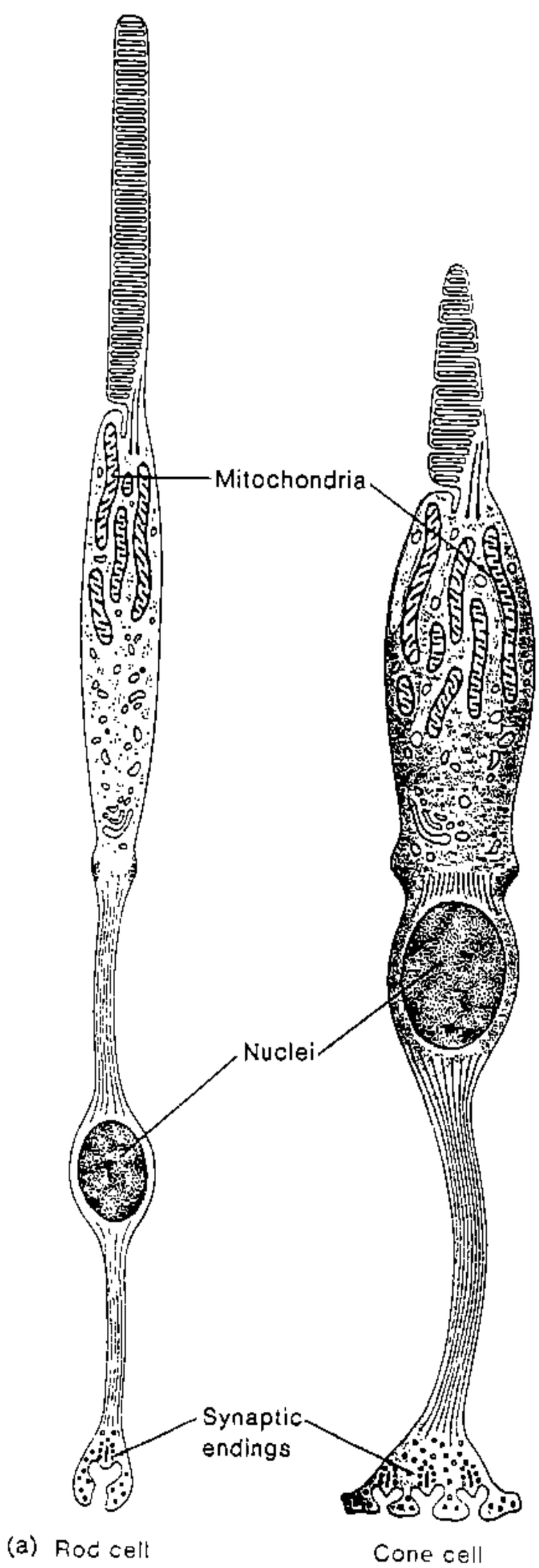


Figure 9.45. When the eyes "track" an object, the image is cast upon the fovea centralis of the retina. The fovea is literally a "pit" formed by parting of the neural layers, so that light falls directly on the photoreceptors (cones) in this region.

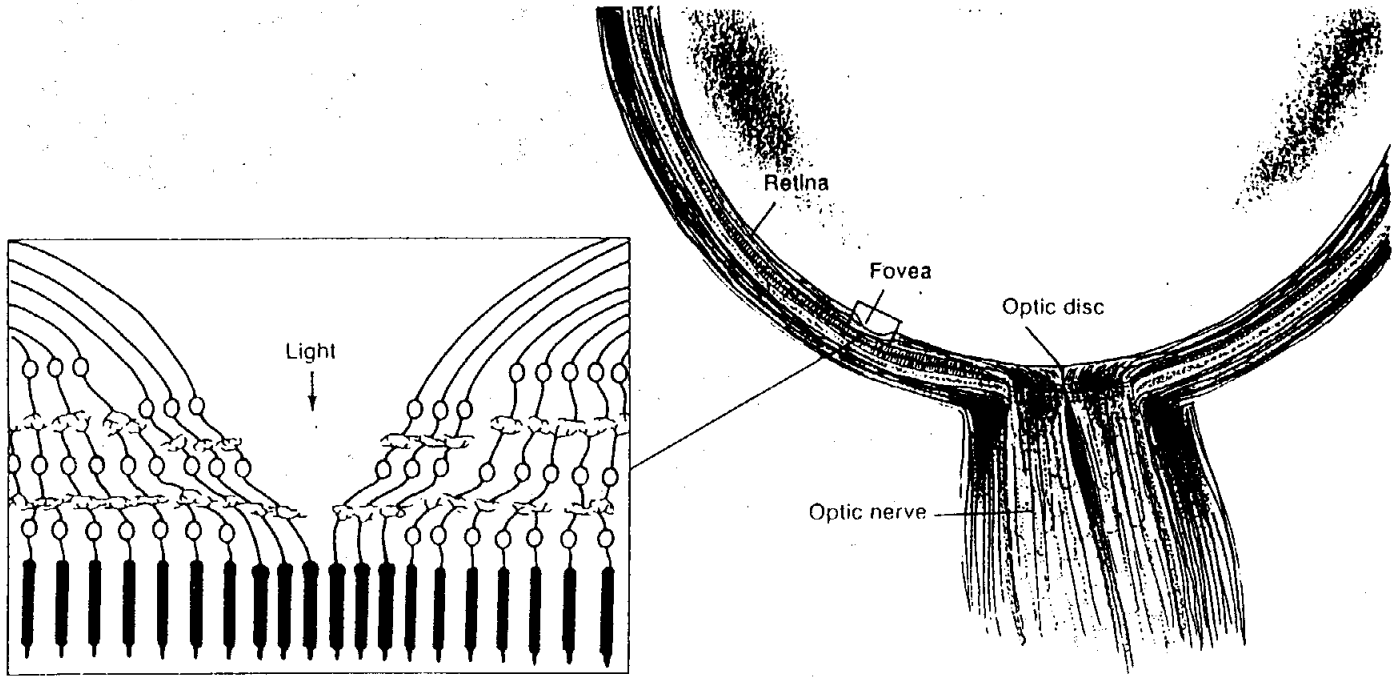


Figure 9.46. Since bipolar cells receive input from the convergence of many rods (*a*), and since a number of such bipolar cells converge on a single ganglion cell, rods provide high sensitivity to low levels of light at the expense of visual acuity. The 1:1:1 ratio of cones to bipolar cells to ganglion cells in the fovea, (*b*), in contrast, provides high visual acuity, but low sensitivity.

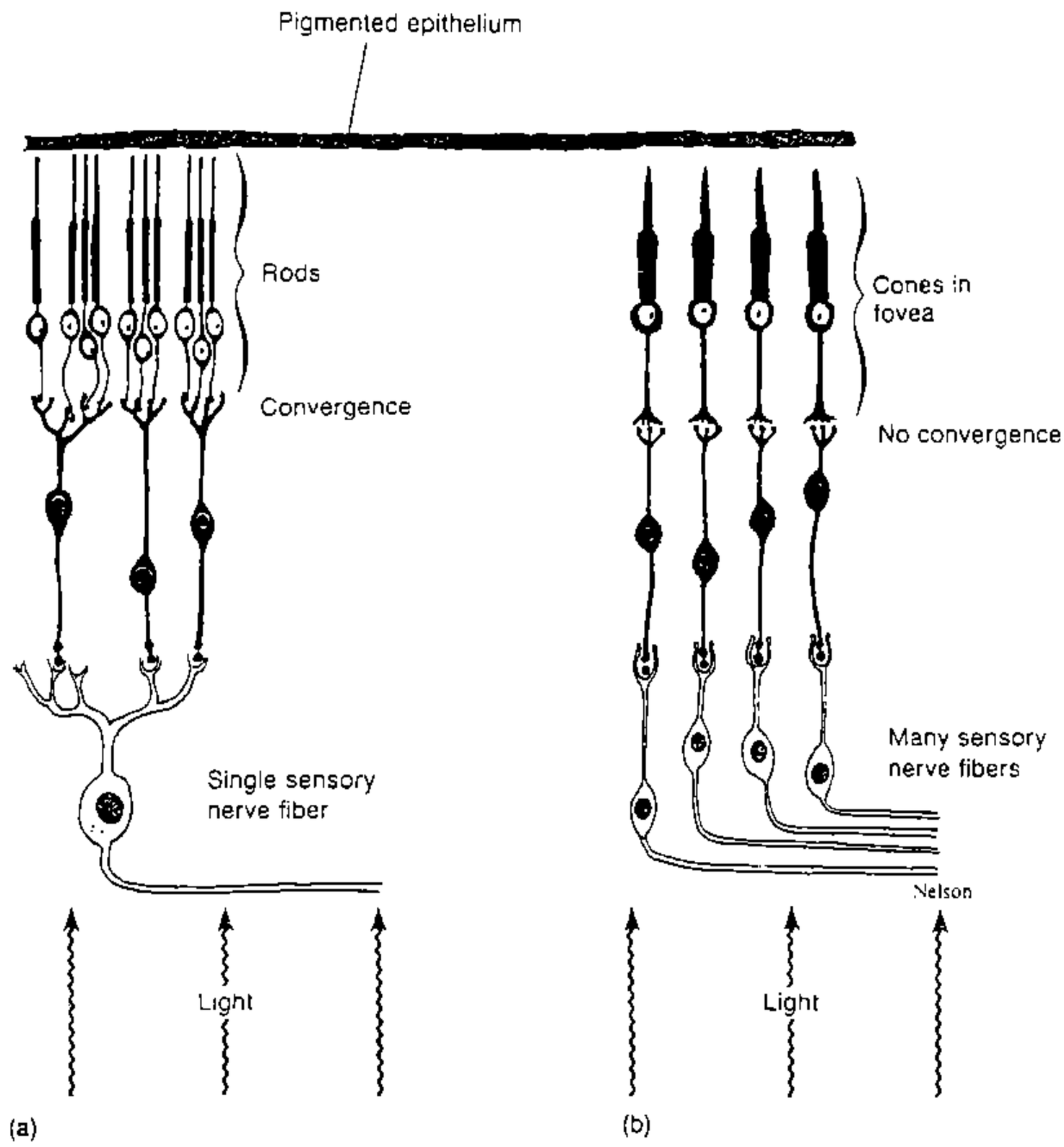
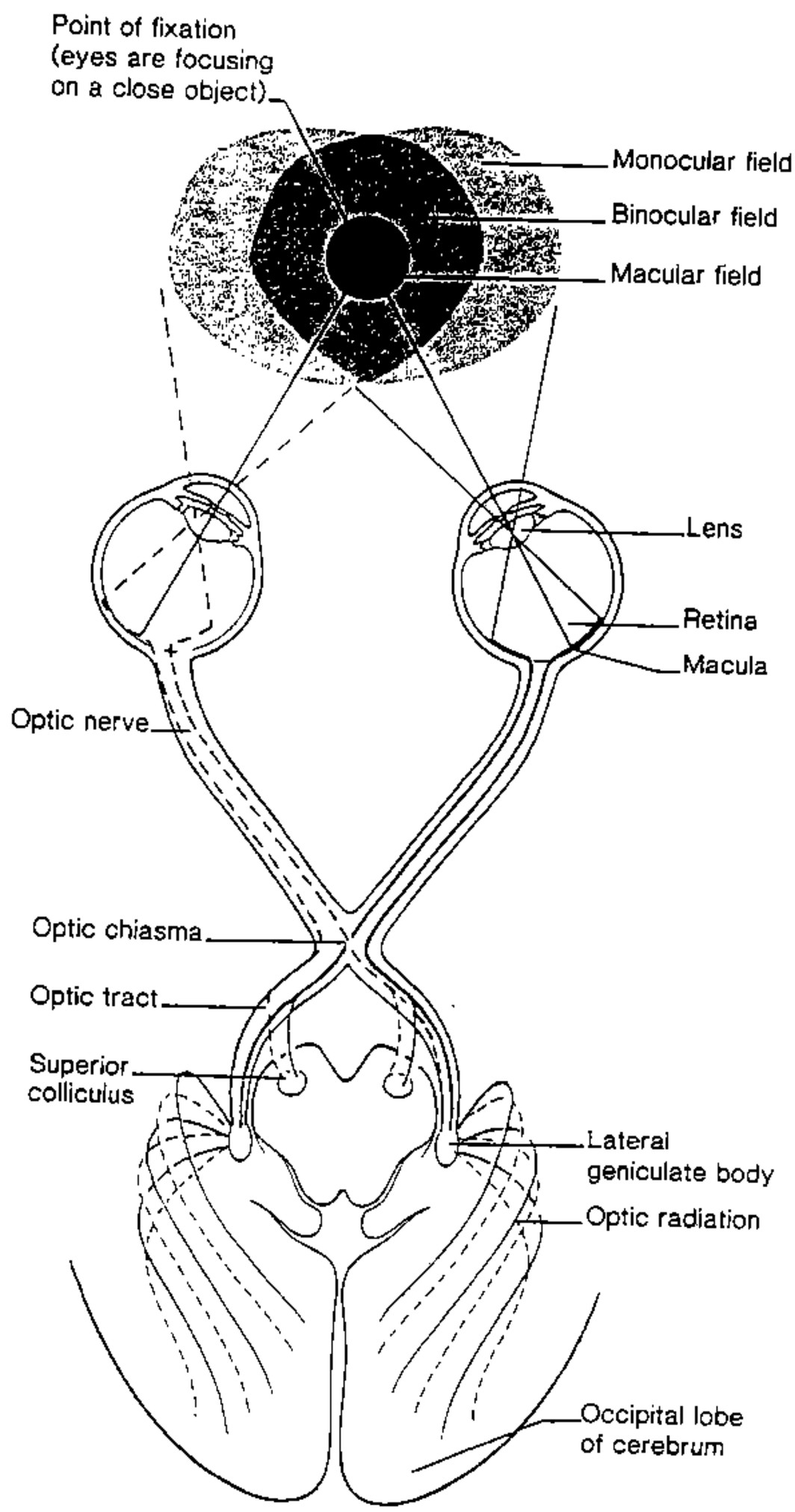


Figure 9.47. The neural pathway leading from the retina to the lateral geniculate body to the visual cortex. As a result of the crossing of optic fibers, the visual cortex of each cerebral hemisphere receives input from the opposite (contralateral) visual field.



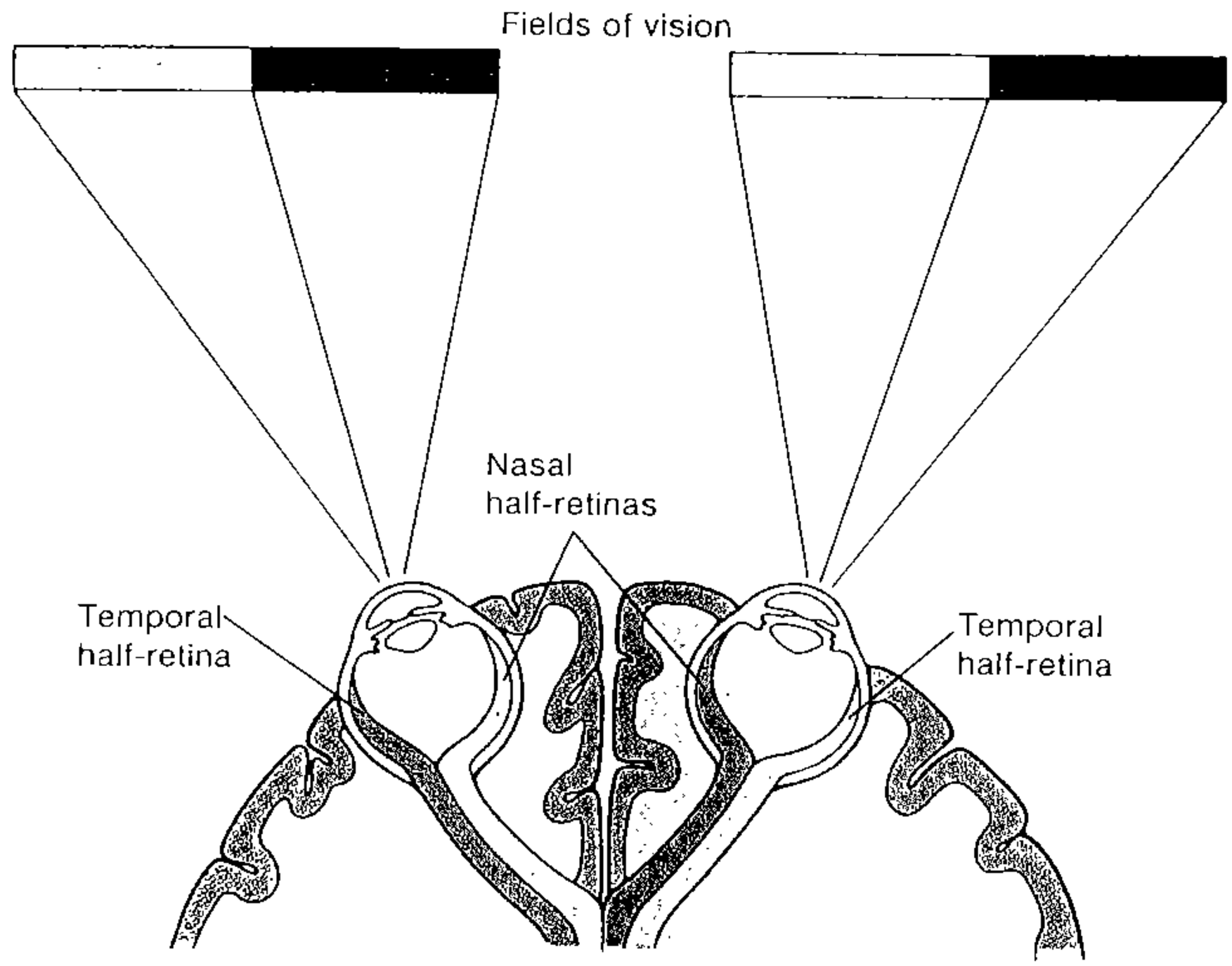
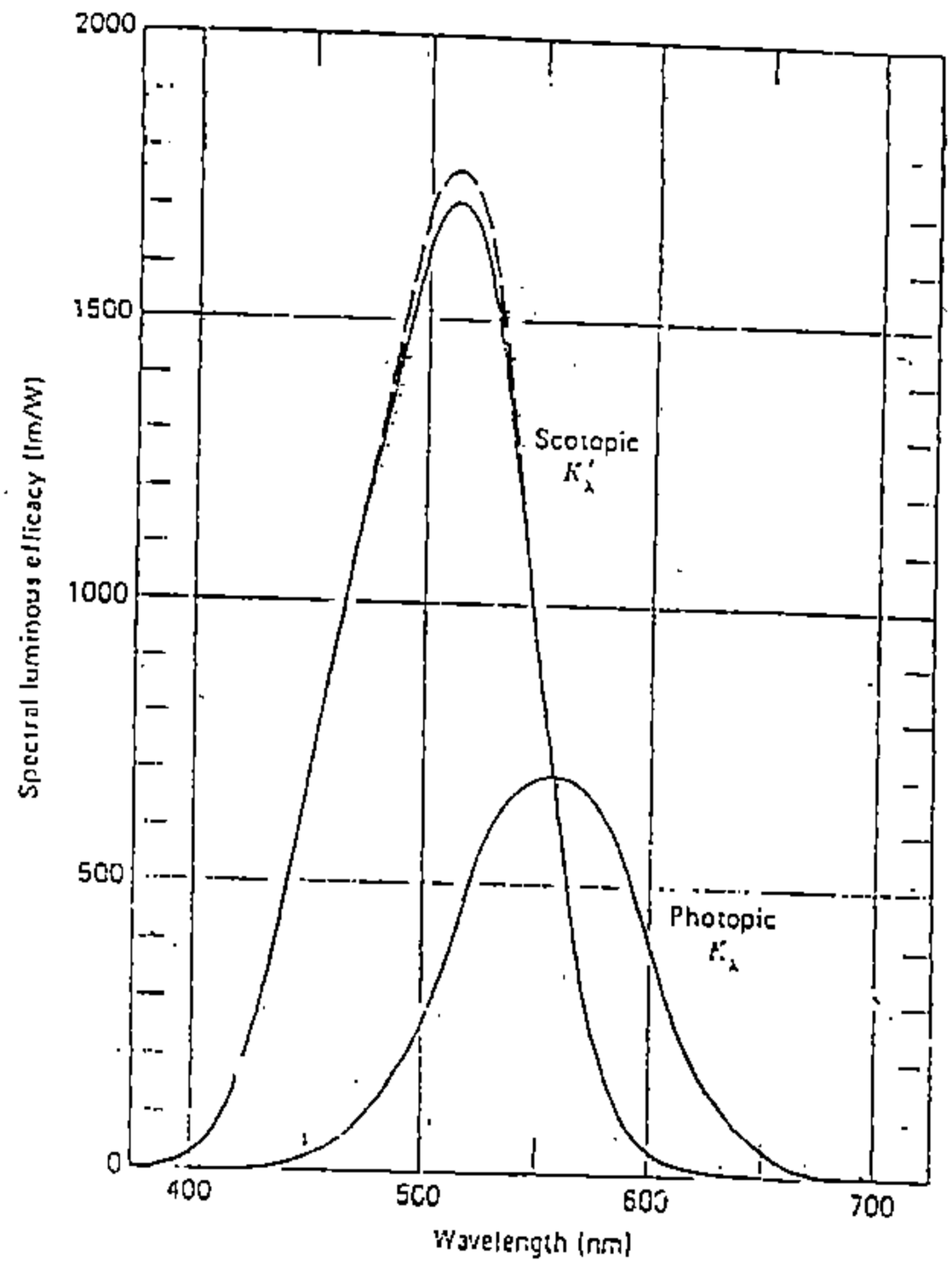

Fields of vision
Nasal
half-retinas
Temporal
half-retina
Temporal
half-retina

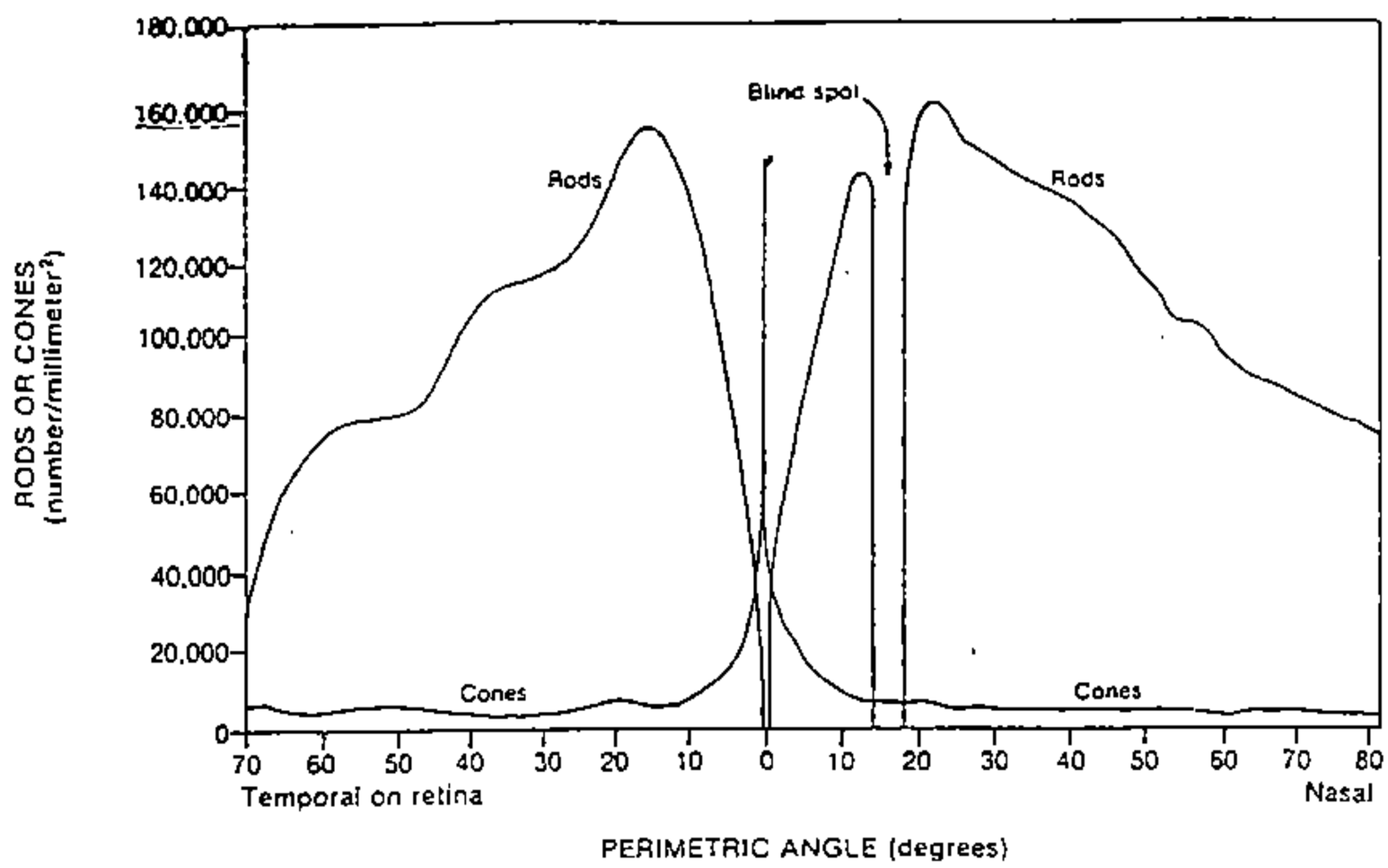
TABLE 6-1 Values of the Relative Sensitivity Curve of the C.I.E. Standard Observer*

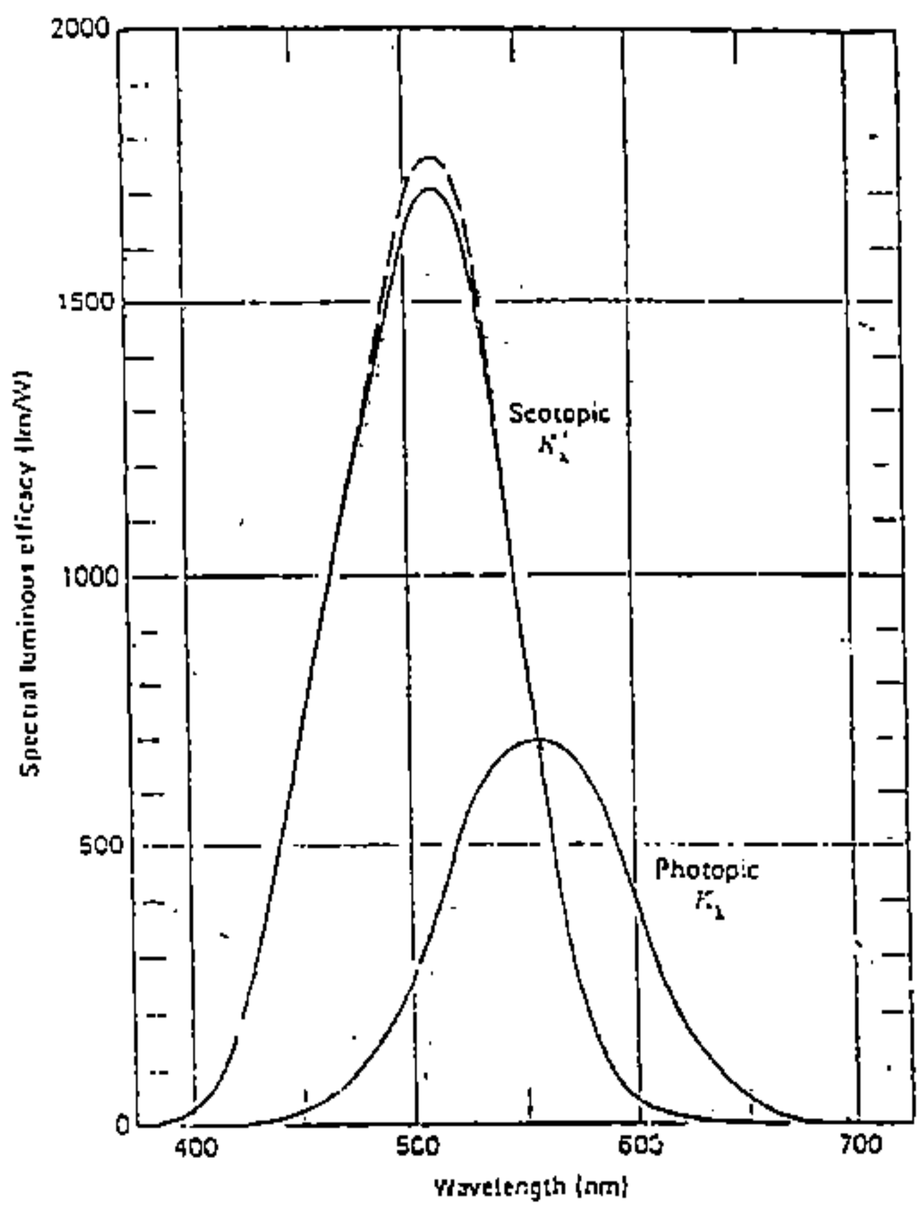
$$F_v = K_m \int_\lambda P_{e(\lambda)} V_{(\lambda)} d\lambda$$

Wavelength λ(nm)	Photopic V_λ	Scotopic V'_λ
380	0.0000	0.0006
390	0001	0022
400	0004	0093
410	0012	0348
420	0040	0966
430	0116	1998
440	0230	3281
450	0380	4550
460	0600	5670
470	0910	6760
480	1390	7930
490	2080	9040
500	3230	9820
510	5030	9970
520	7100	9350
530	8620	8110
540	9540	6500
550	9950	4810
560	9950	3288
570	9520	2076
580	8700	1212
590	7570	0655
600	6310	0312
610	5030	0159
620	3810	0074
630	2650	0033
640	1750	0015
650	1070	0007
660	0610	0003
670	0320	0001
680	0170	0001
690	0082	0000
700	0041	0000
710	0021	0000
720	0010	0000
730	0005	0000
740	0003	0000
750	0001	0000
760	0001	0000
770	0000	0000
780	0000	0000

*To convert to spectral luminous efficacy in lumens per watt, multiply V_λ by 683 and V'_λ by 1700.




RODS OR CONES
(number/millimeter²)
180,000
160,000
140,000
120,000
100,000
80,000
60,000
40,000
20,000
0
Blind spot
Rods
Rods
Cones
Cones
70 60 50 40 30 20 10 0 10 20 30 40 50 60 70 80
Temporal on retina
Nasal
PERIMETRIC ANGLE (degrees)


Spectral luminous efficacy (lm/W)
2000
1500
1000
500
0
Scotopic
K'_λ
Photopic
K_λ
400
500
600
700
Wavelength (nm)

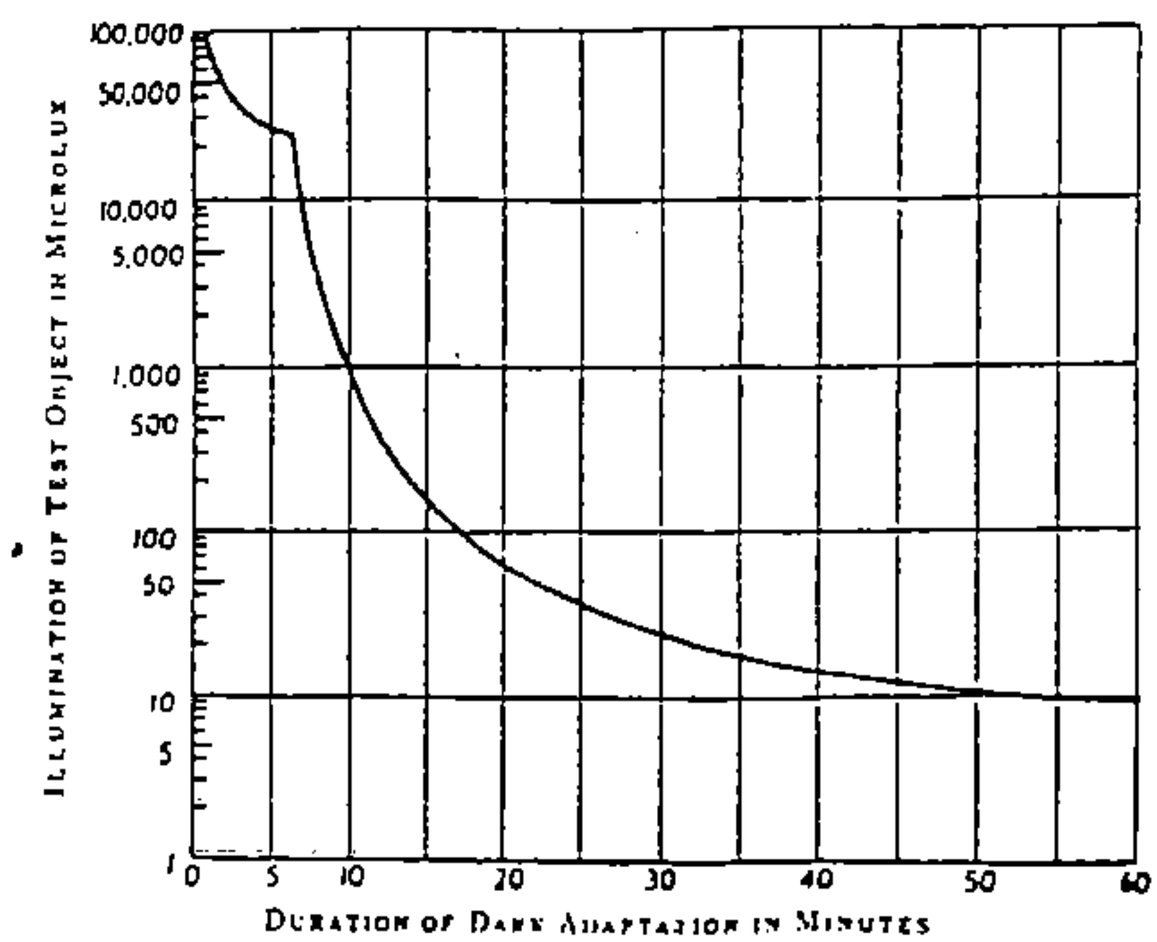
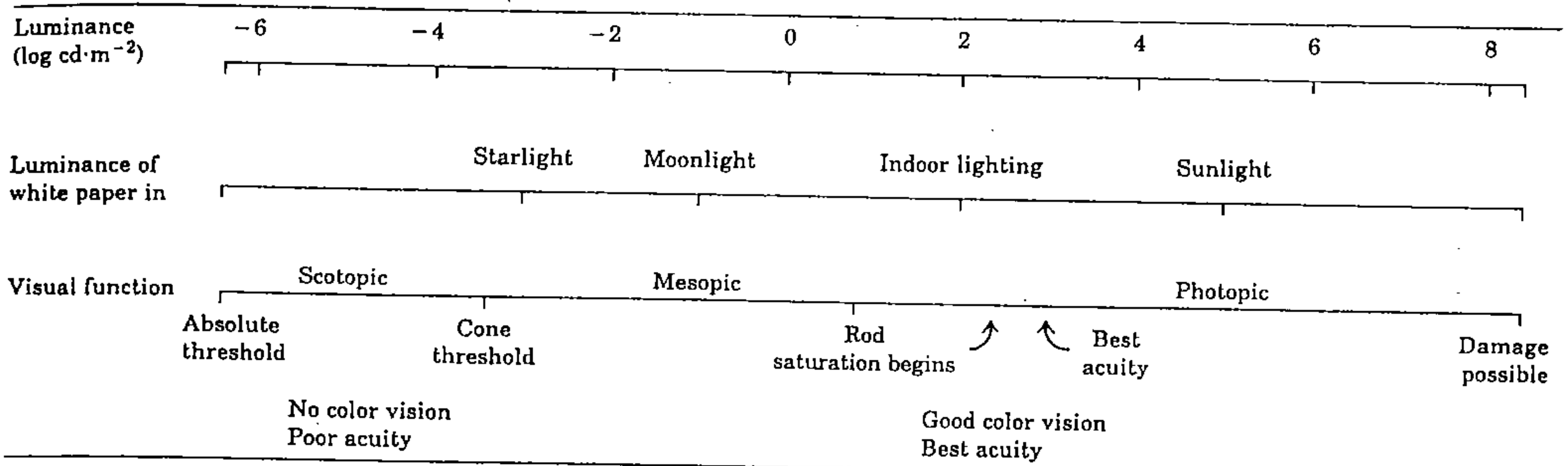
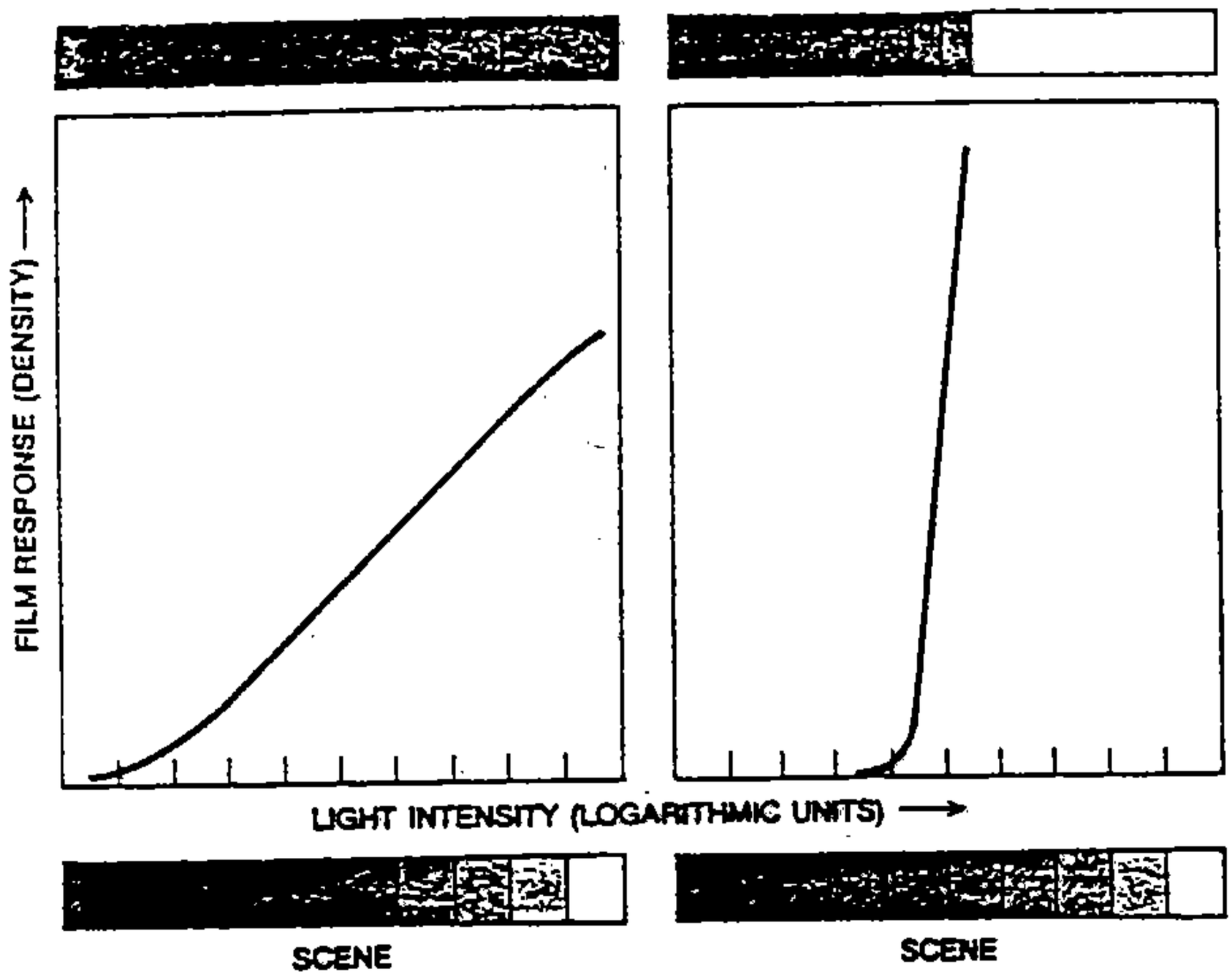
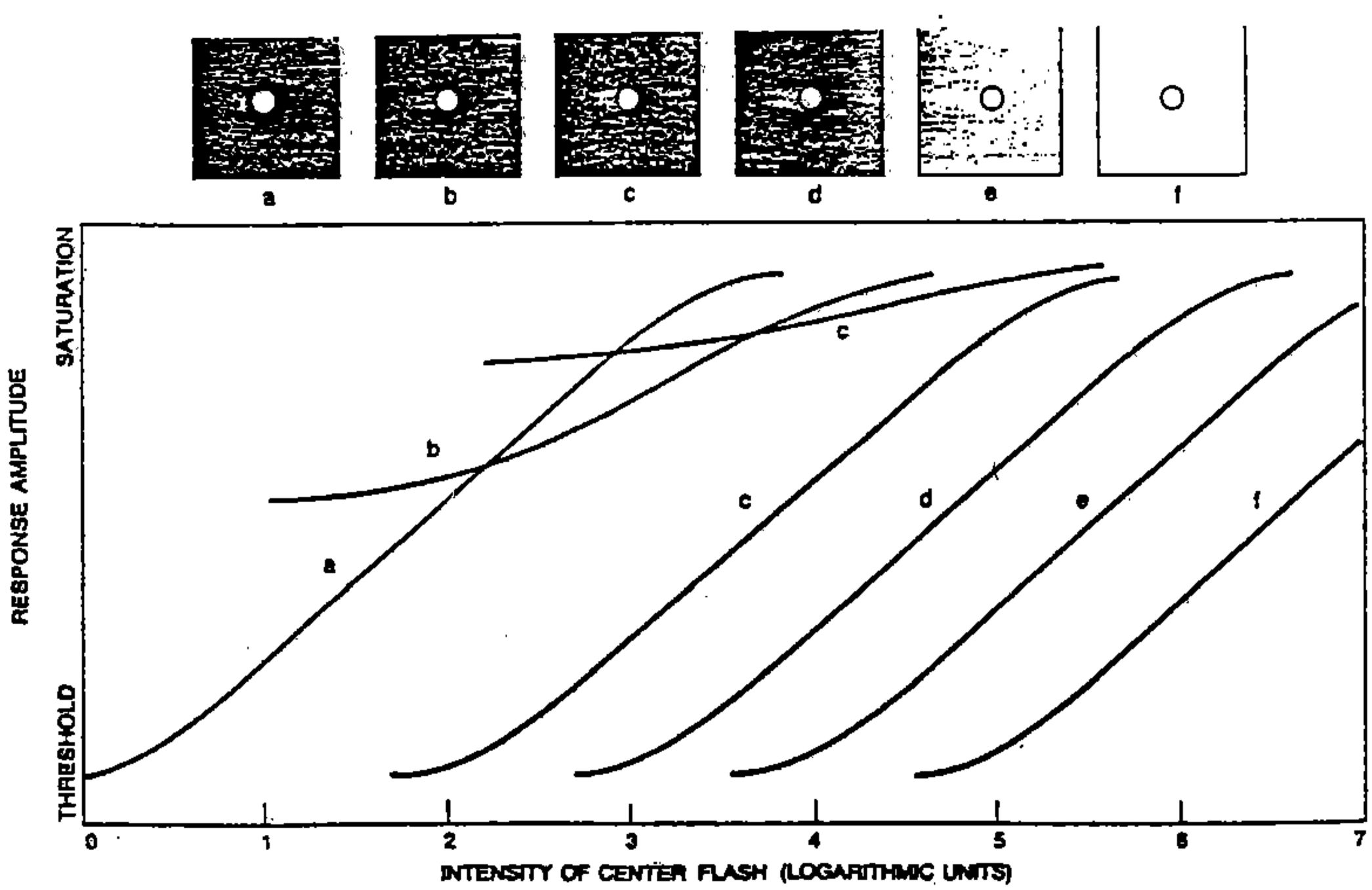

Illumination of Test Object in Microlux
100,000
50,000
10,000
5,000
1,000
500
100
50
10
5
1
0 5 10 20 30 40 50 60
Duration of Dark Adaptation in Minutes

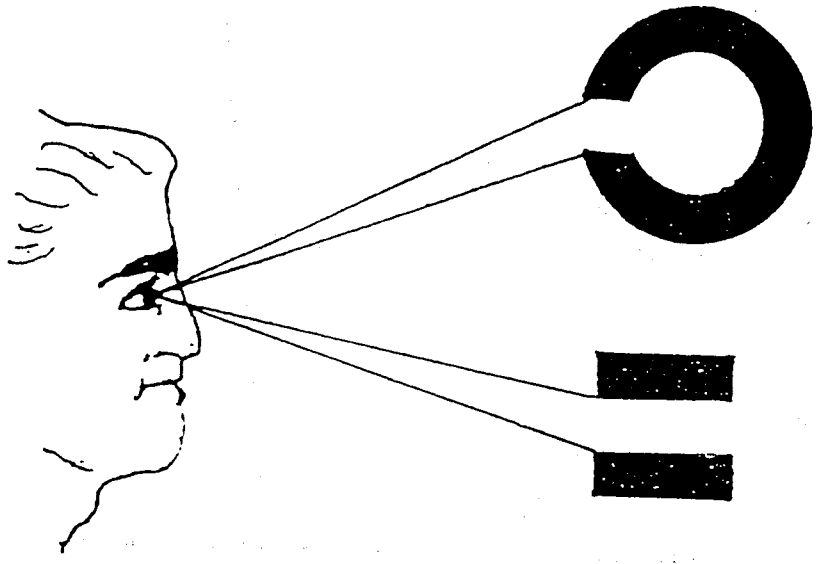
Table 5.1. The Dynamic Range of the Visual System



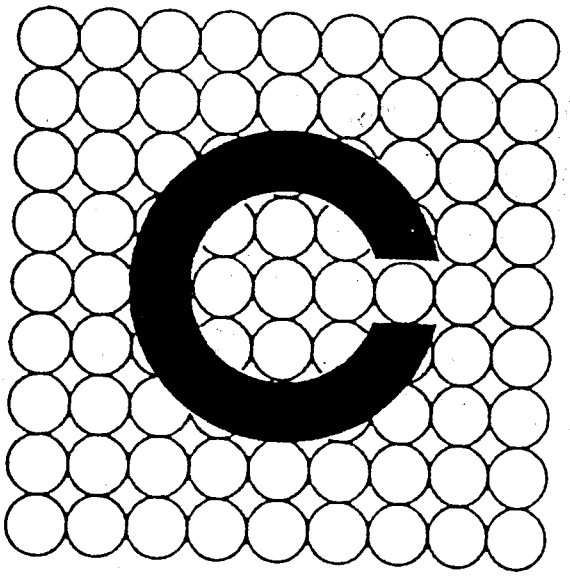
Note: Row 1 expresses the range in units of luminance, log candles per meter squared ($cd \cdot m^{-2}$). The luminances extend from the minimum required for detection to levels at which damage to the visual system is possible. The second row relates these values to the luminance of white paper under a variety of viewing conditions, and the bottom row expresses the operating range in terms of visual functions. These extend from scotopic (rod-mediated) viewing through mesopic (rod plus cone) and photopic (cone-mediated) vision.


FILM RESPONSE (DENSITY)
LIGHT INTENSITY (LOGARITHMIC UNITS)
SCENE
SCENE


a
b
c
d
e
f
SATURATION
THRESHOLD
RESPONSE AMPLITUDE
0
1
2
3
4
5
6
7
INTENSITY OF CENTER FLASH (LOGARITHMIC UNITS)



圖二、測量最小可分辨視角的平行棒與藍多爾圈



圖三、產生最小可分辨視角的藍多爾圈之投影與錐狀細胞之關係

附錄五

圖形辨識與交通號誌之設計

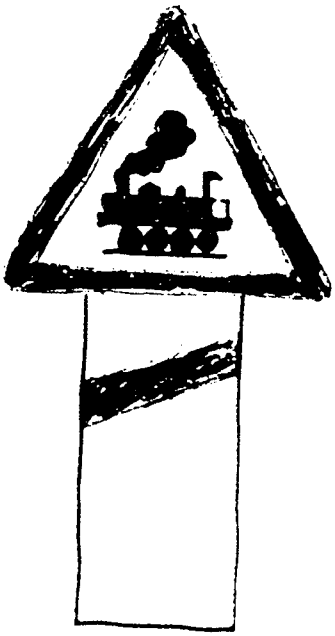
一、視覺顯示設計原則

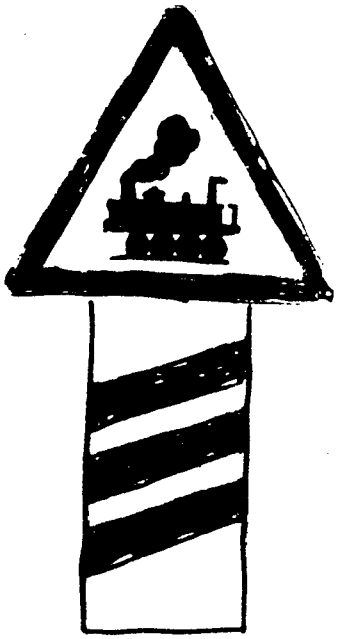
二、人的績效衡量

三、圖形顯示

四、交通標誌圖形設計之改善

2公尺





一、視覺顯示器設計原則

(一)可視性

絕對閥值量測方法
- Method of Adjustment
- Method of Limits
- Method of Constant Stimuli

視野範圍

～ ± 30° 垂直

～ ± 80° 水平

顏色及對比效果

(二)可辨性

差異閾值：JND (Just Noticeable Difference)

符號混淆

對比

警告信號 — 閃動頻率 3HZ 6～9HZ

編碼 — 顏色、大小、形狀.....

(三)可理解

Conceptnal Compatibility

(四)標準化

國際交通標誌顏色之含意

Input \ Response	1	2	3	4	5	6	7	Other
1	100							0
2		88	4					8
3			56			24	4	16
4				98				2
5					72		6	22
6			8			68	4	20
7			4			10	78	8

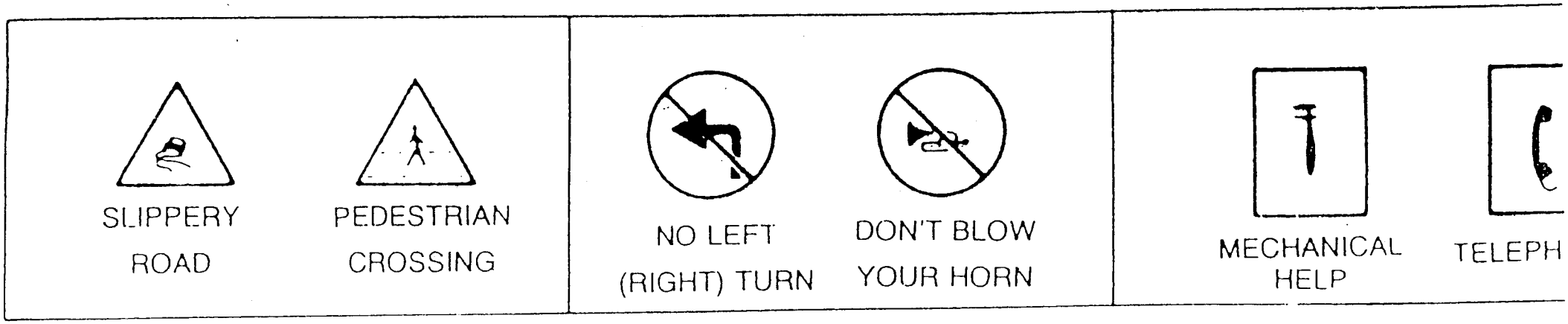
(*a*)

Input \ Response	1	4	2	5	6	3	7	Other
1	100							0
4		98						2
2			88			4		8
5				72			6	22
6					68	8	4	20
3					24	56	4	16
7					10	4	78	8

Maximum confusion

(*b*)

Figure 7-8. Distinguishability-confusibility matrices on data adapted from Green and Pew, 1978. (*a*) Original confusibility matrix. (*b*) Revised confusibility matrix.



(*a*) Danger signs (*b*) Instruction signs (*c*) Information signs

FIGURE 4-19
Examples of a few international road signs. These are standardized across m
countries, especially in Europe. Most of these signs are directly symbolic of
erents.

二、人的績效衡量

速度

正確度

學習速率

舒適度

長期使用不致疲勞

個別差異之影響很小

三、圖形顯示

(一)圖形和文字標誌之比較

語文辨識 — 分析式處理 (Analytical Proc.)

圖形辨識 — 綜合式處理 (Holistical proc.)

基本前提：圖形可清楚表示實體時，圖形勝於大字。

例如：Ellis and Dewar (1979)

(二)圖形編碼系統之目標

圖形與實體之關聯強度	已建立之關聯 recognizability 容易習得之關聯

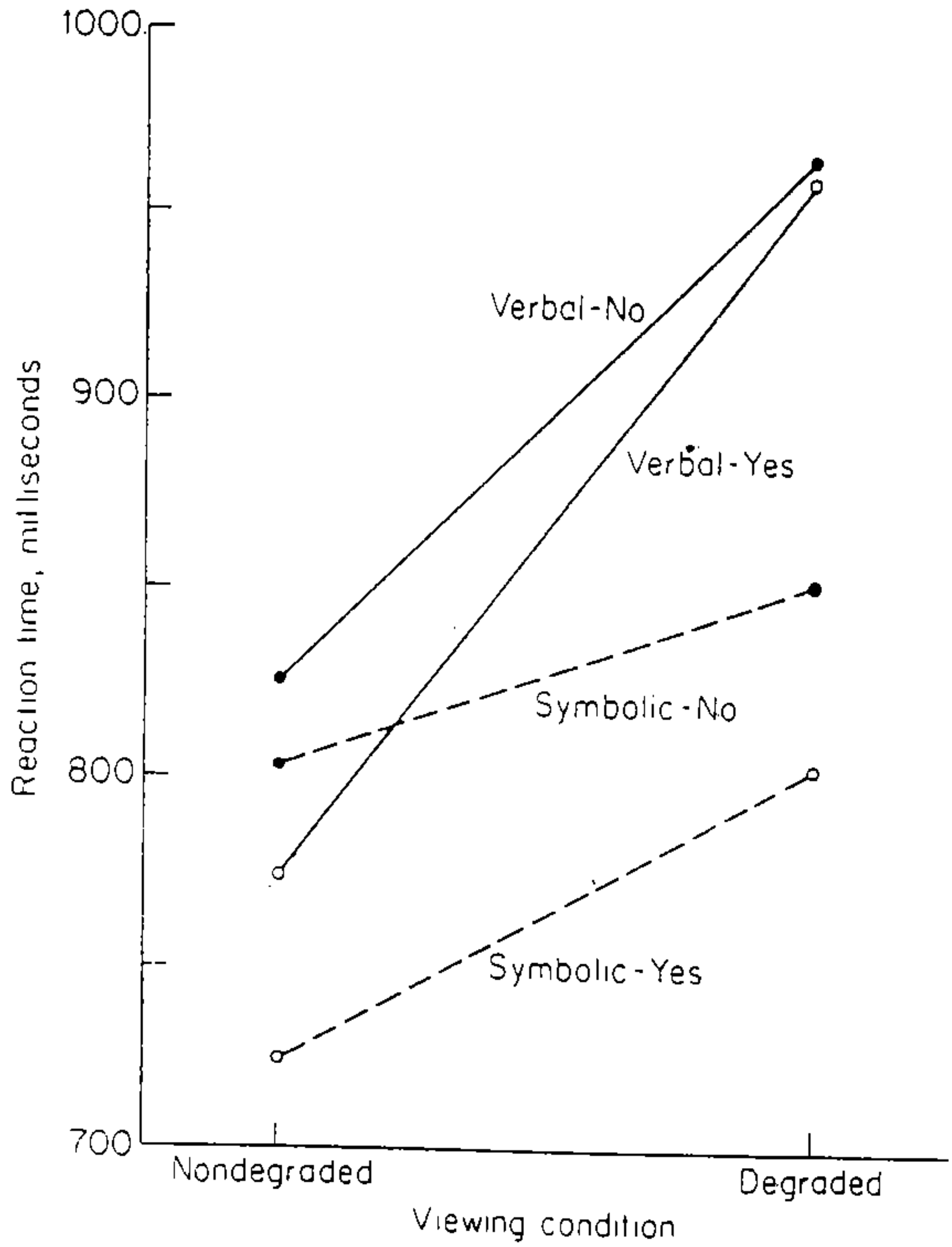


FIGURE 4-15
Mean reactior
sponses to sy
signs viewed
graded viewin
and Deward,

At a more specific level, in Chapter 3 we discussed using coding systems: detectability, discriminability, ingfulness, and standardization. These guidelines are ec design of symbol systems. After all, symbols are reall coding.

(三)選擇編碼之效標

1.再認（Recognition）

呈現測試圖形，由受試者寫出或說出其含意

2.配對

呈現好幾個圖形與實體，由受試者配對，計其配對時間及正確次數

3.主觀意見

受試者表示其對某種圖形設計之善用程度

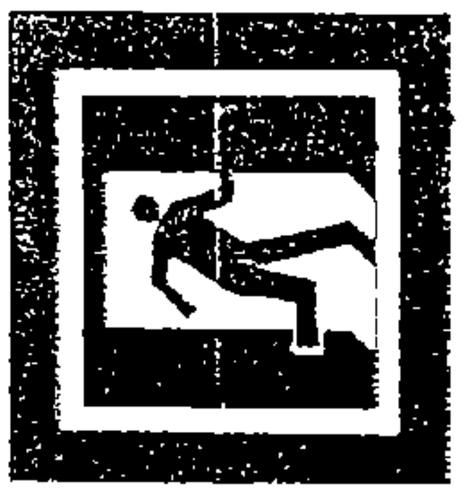
poor association with its referent, there can be a problem in selecting or designing a better symbol. One approach is to create alternative designs for the same referent and to test them.

Such a procedure was followed by Collins and Lerner (1983) with 18 alternate designs of exit signs, particularly under difficult viewing conditions simu-

FIGURE 4-16
Symbols of mandatory-action messages used in a study of recognition and recall of such symbols. The percentages below the symbols are the percentages of correct recognition, as follows: O = original test; R = recall 1 week later. (*Source: Adapted from Cairney and Siess, 1982, Fig. 1.*)

	1: Must use ear protection	2: Must use eye protection	3: Must use foot protection	4: Must use hand protection	5: Must use head protection	6: Must use breathing protection
O →	10%	20%	30%	50%	37%	13%
R →	73	96	100	97	97	97

articulation is essen-
tial, as illustrated in Figure 4-180. In the poor, unstable figure, the direction in which the arrow is pointing is ambiguous.

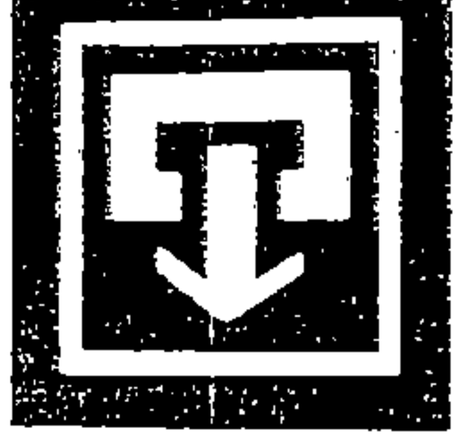


Green & White

6

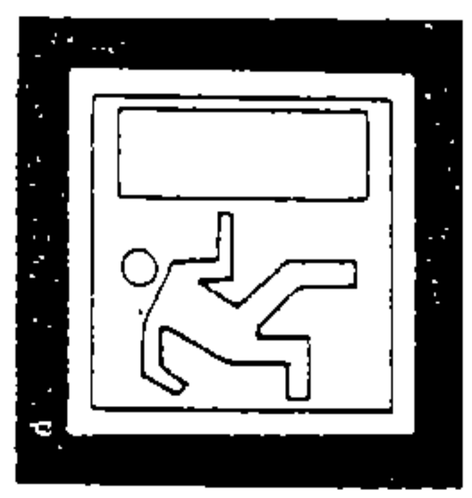
Black & White

9



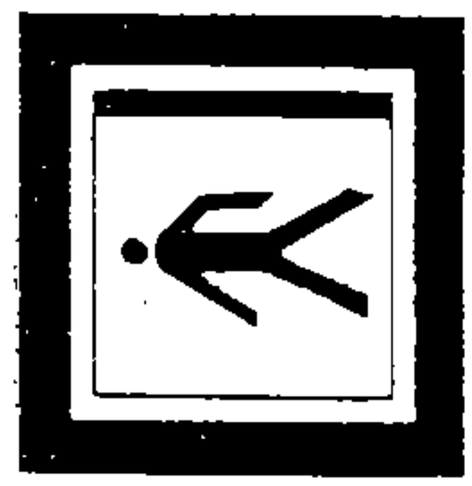
Green & White

10 ← Mirror



Black & White

42



Black & White

40

Red, White & Black

39 ← Mirror

FIGURE 4-17
Examples of a few of the 18 exit signs used in a simulated emergency experiment, with percent errors in identifying three types of exit signs. (Source: Adapted from Collins and Lerner, 1983.)

(四)圖形設計之知覺上原則

1.圖（主體）與背景（Figure to Ground）

2.主體界限（Figure Boundaries）

3.閉式設計（Closure）

4.簡單明瞭（Simplicity）

5.合而爲一（Unity）

(五)編碼方式之運用

1.各種編碼層次之適當個數

2.多重編碼之組合

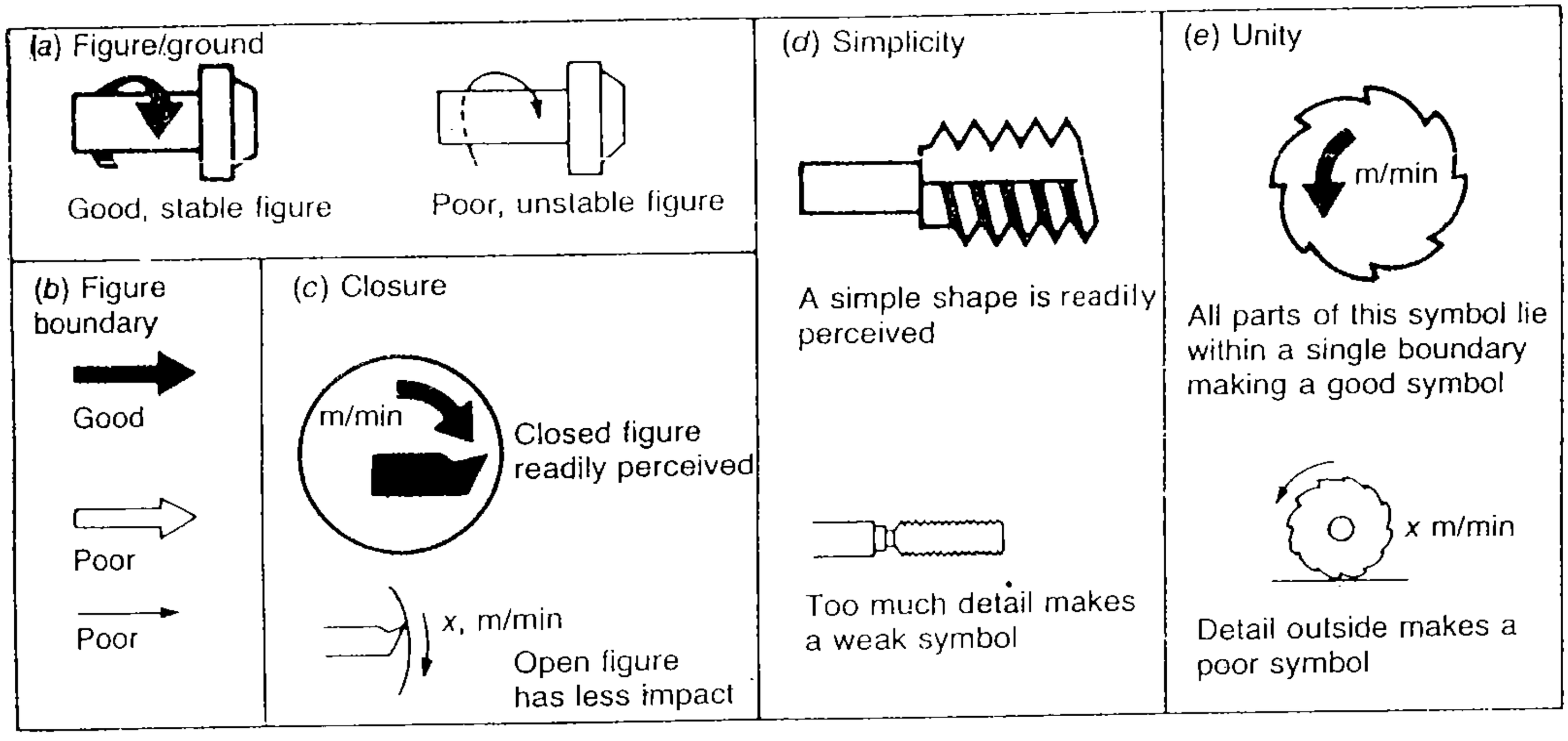


FIGURE 4-18
Examples of certain perceptual principles relevant to the design of visual code symbols. These particular examples relate to symbols used with machines. (*Source: Adapted from Easterby, 1970.*)

Figure Boundaries A contrast boundary (essentially a solid shape) is prefer-

mber of leve which can be discriminated on an absolute basis under

1) Single num rals, 10; single letters, 26; combinations, unlimited. Good; especially useful for identification; uses little space if there is good contrast. C rtain items easily confused with each other.

2) Hues, 9; hue, saturation, and brightness combinations, 24 or more. Preferable limit, 9. Particularly good for searching and counting tasks. Affected by some lights; problem with color-defective individuals.*†

3) 10. Preferable limit, 3. Limited space required. Good for qualitative reading.‡

4) 15 or more. Preferable limit, 5. Generally useful coding system, particularly in symbolic representation; good for CRTs. Shapes used together need to be discriminable; some sets of shapes more difficult to discriminate than others.‡

5) 24. Preferable limit, 12. Generally satisfactory for special purposes such as indicating direction, angle, or position on round instruments like clocks, CRTs, etc.§

6) 5 or 6. Preferable limit, 3. Takes considerable space. Use only when specifically appropriate.

7) 6. Preferable limit, 4. Use only when specifically appropriate, such as to represent numbers of items. Takes considerable space; may be confused with other symbols.

8) 3–4. Preferable limit, 2. Use only when specifically appropriate. Weaker signals may be masked.‡

9) Preferable limit, 2. Limited applicability if receiver needs to differentiate flash rates. Flashing lights, however, have possible use in combination with controlled time intervals (as with lighthouse signals and naval communications) or to attract attention to specific areas.

FIGURE 4-22
Potential combinations of coding systems for use in multidimension coding. (*Source: Adapted from Heylin, 1973, Tables VI-6, VI-22.*)

	Color	Numeral and letter	Shape	Size	Brightness	Location	Flash rate	Line length	Angular orientation
Color		X	X	X	X	X	X	X	X
Numeral and letter	X			X		X	X		
Shape	X			X	X		X		
Size	X	X	X		X		X		
Brightness	X		X	X					
Location	X	X						X	X
Flash rate	X	X	X	X					X
Line length	X					X			X
Angular orientation	X					X	X	X	

四、交通標誌圖形設計之改善

(一)現行道路交通標誌之研究與改善
——陳慧怡、唐瑤瑤、余泰宋、林山展

目的：
針對現行交通標誌中，圖形表示不清的部份加以研究改善

方法：
1.問卷調查，找出不易了解的標誌。
2.錯誤率 766%者有八，其中「禁止臨時停車」建議
改爲文字，其他七個加以改進。
3.以配對法進行改善前後之實驗
實驗程序————

結果：
1.正確率
2.反應時間
3.主觀認知

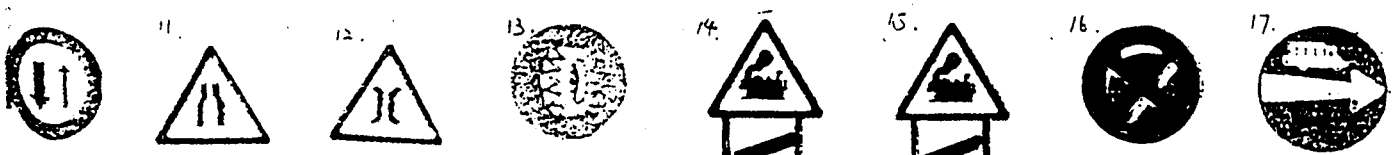
Table 1. The result of investigation-# of errors

	Total	Mal	Femal	license	No license	Error ra
1	24	13	11	16	8	.
2	6	4	2	4	2	.
3	6	4	2	4	2	.
4	3	2	1	2	1	.
5	3	2	1	1	1	.
*6	31	17	14	23	8	.
7	11	8	3	7	4	.
8	6	1	5	3	3	.
9	9	5	4	7	2	.
*10	43	28	15	35	8	.
11	7	5	2	5	2	.
12	7	3	4	4	3	.
13	23	12	11	16	7	.
*14	37	22	15	28	9	.
*15	43	28	15	35	8	.
*16	39	25	14	30	9	.
*17	36	25	11	28	8	.
*18	32	20	12	25	7	.
19	15	6	9	9	6	.
20	24	15	9	17	7	.
*21	41	27	14	33	8	.
22	11	8	3	10	1	.
23	28	17	11	20	8	.
24	16	8	8	9	7	.
25	4	2	2	3	1	.

Total sample: 47

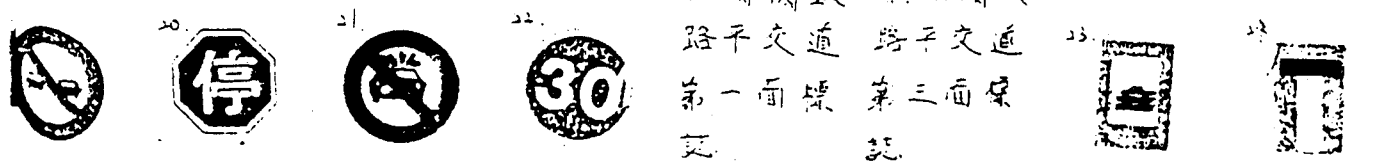
2. 3. 4. 5. 6. 7. 8.

向頭 右側斷崖 左側斷崖 右側落石 左側落石 注意強風 危險 路滑



11. 12. 13. 14. 15. 16. 17.

上會車 狹路 狹橋 輪胎加鏈 無柵欄鐵路平交道第一面標誌 無柵欄鐵路平交道第三面標誌 禁止臨時停車 大貨車只准右轉



19. 20. 21. 22. 23. 24. 25.

[illegible] 停車再開 禁止空計程車進入 最低速限30公里 渡口 此路不通

（三）程序

1、每一張卡片，皆寫有一與圖形相對應之答案。改善前之卡片，有正確的答案或混淆之錯誤答案，共計１４張。而改善後之卡片。只有寫一正確的答案，共計７張。

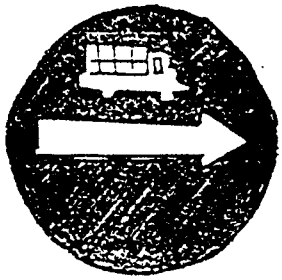
2、將此２１張卡片，隨機混合，並根據順序，編號１～２１號。

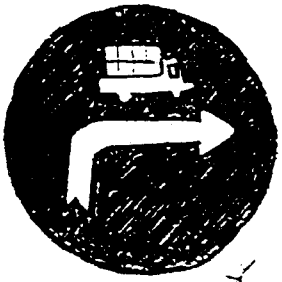
3、先拿幾張樣本卡片給受試者看，使受試者瞭解實驗內容。

4、將卡片逐一拿給受試者看；而受試者根據圖形與對應的答案是否合適，回答 True 或 False，記錄其答案，記錄其時間。

5、受試者答完之後，我們拿出改善前、後卡片，讓受試者作主觀判斷，問答何者較佳，或沒有差別。

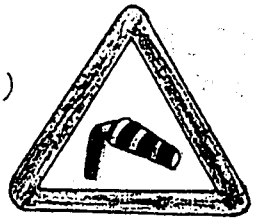
一)

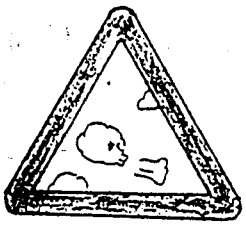




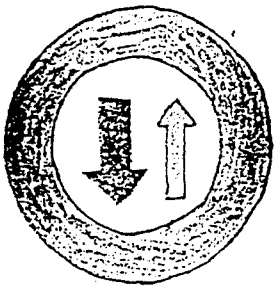
Error Rate

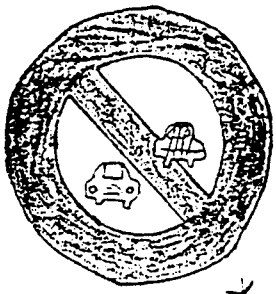
(五)





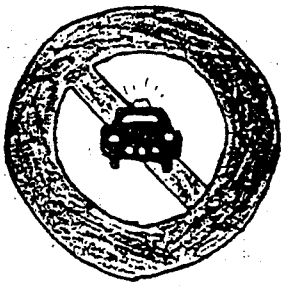
二)

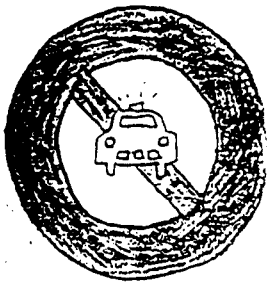




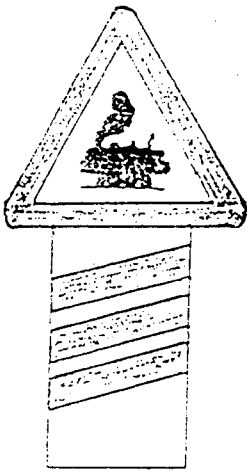
33.33% *

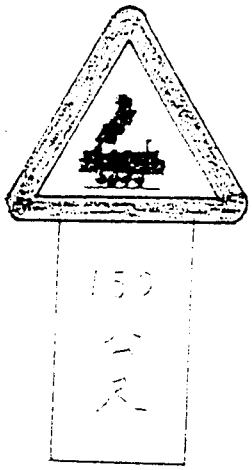
(六)



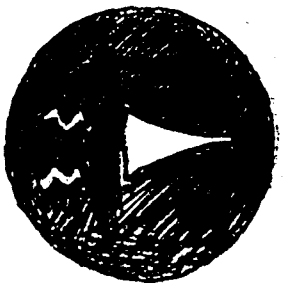


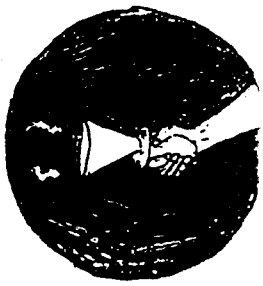
三)



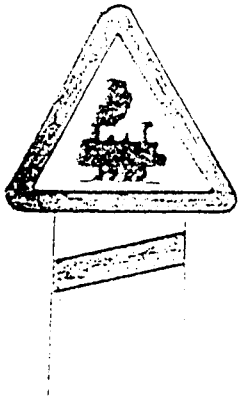


(七)





四)



(二)交通標誌圖形設計之改善研究——周秀玉
巫俊龍
劉勝雄
林裕雄

目的：使圖形標誌達到

- 明視距離遠
- 可辨度高
- 易於理解
- 誤判率低

方法：

1.選出監理站試卷中錯誤率較高之標誌

2.進行改善，改善原則爲

- 擴大標誌尺寸大小
- 加粗圖形線條
- 簡化圖形
- 以較易理解的圖形代替
- 減少文字說明的字數

3.距離測試實驗

4.主觀偏好調查

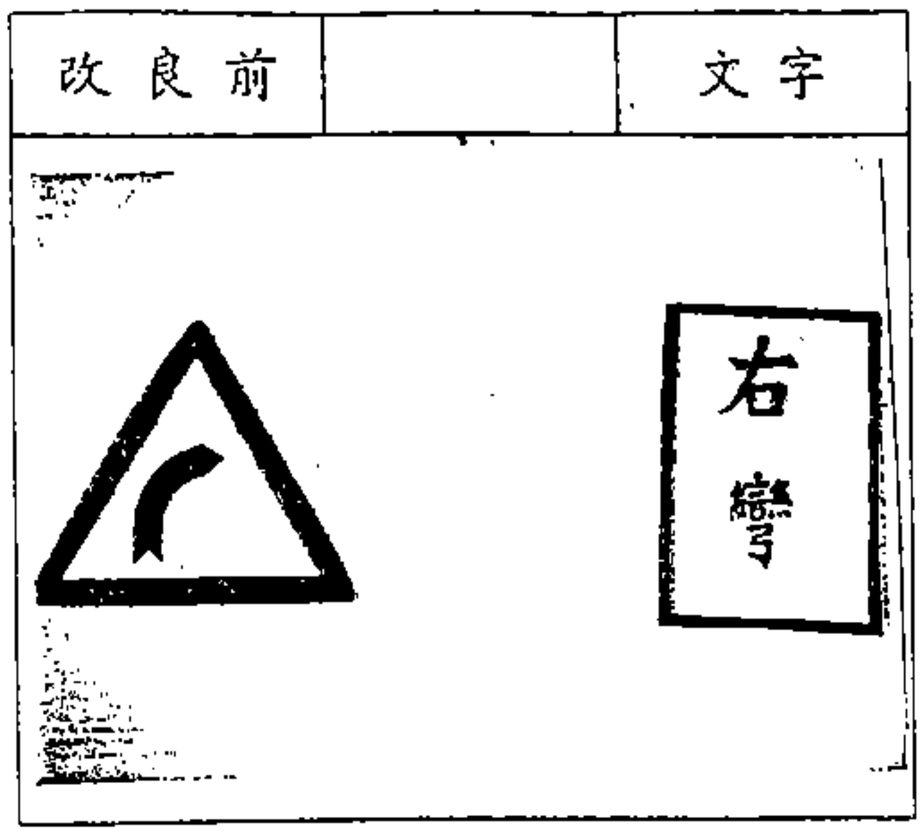


圖 1-1 ： 右 彎

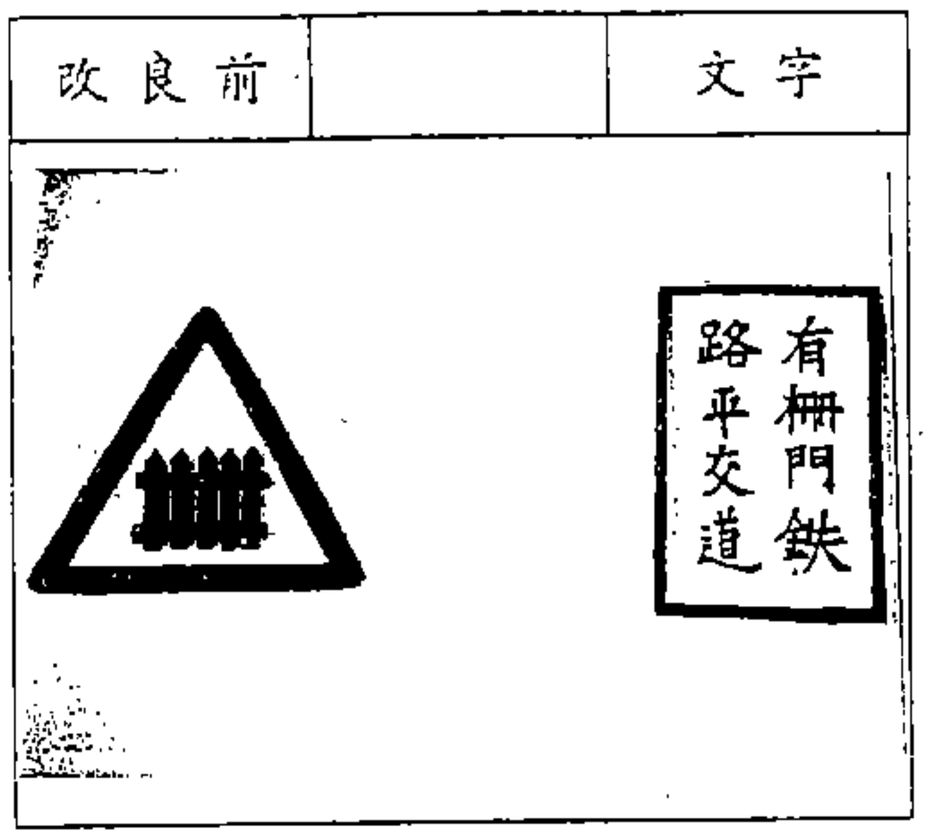


圖 1-2 ： 有 柵 門 鐵 路 平 交 道

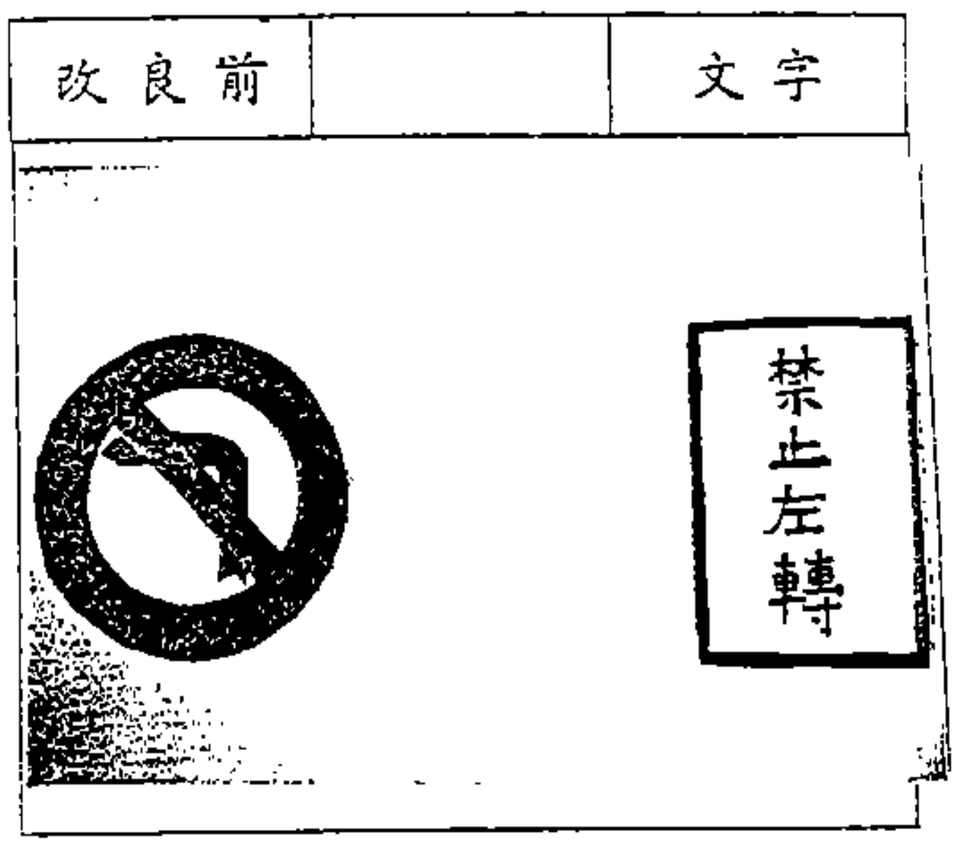


圖 1-3 ： 禁 止 左 轉

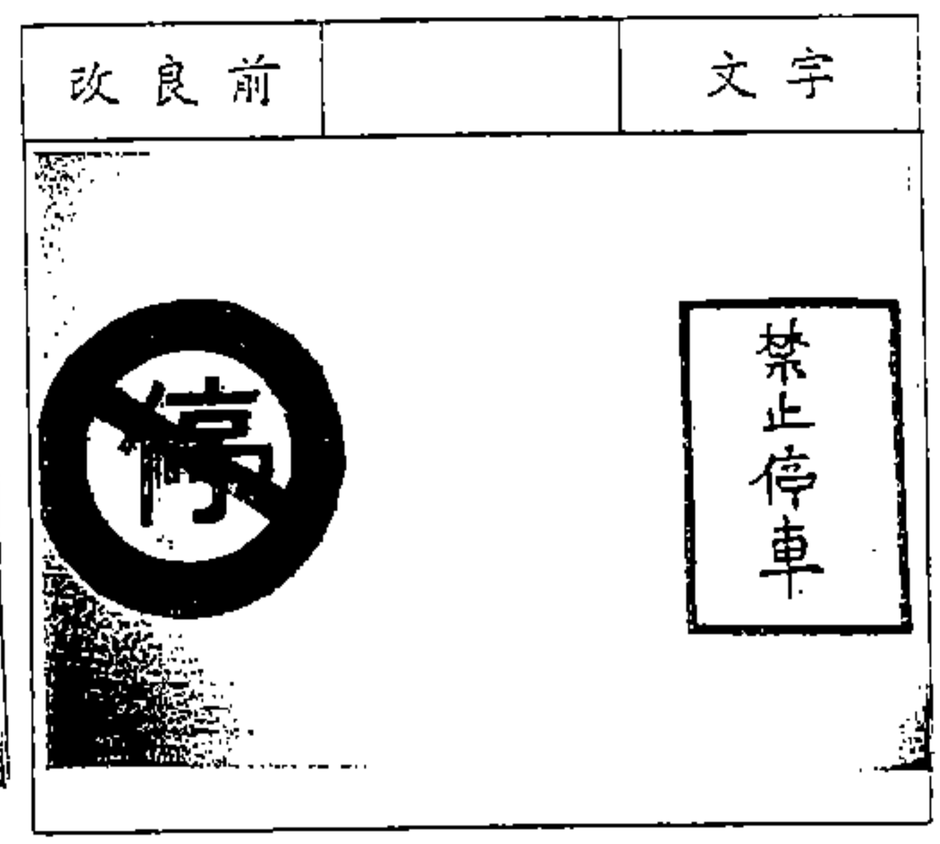


圖 1-4 ： 禁 止 停 車

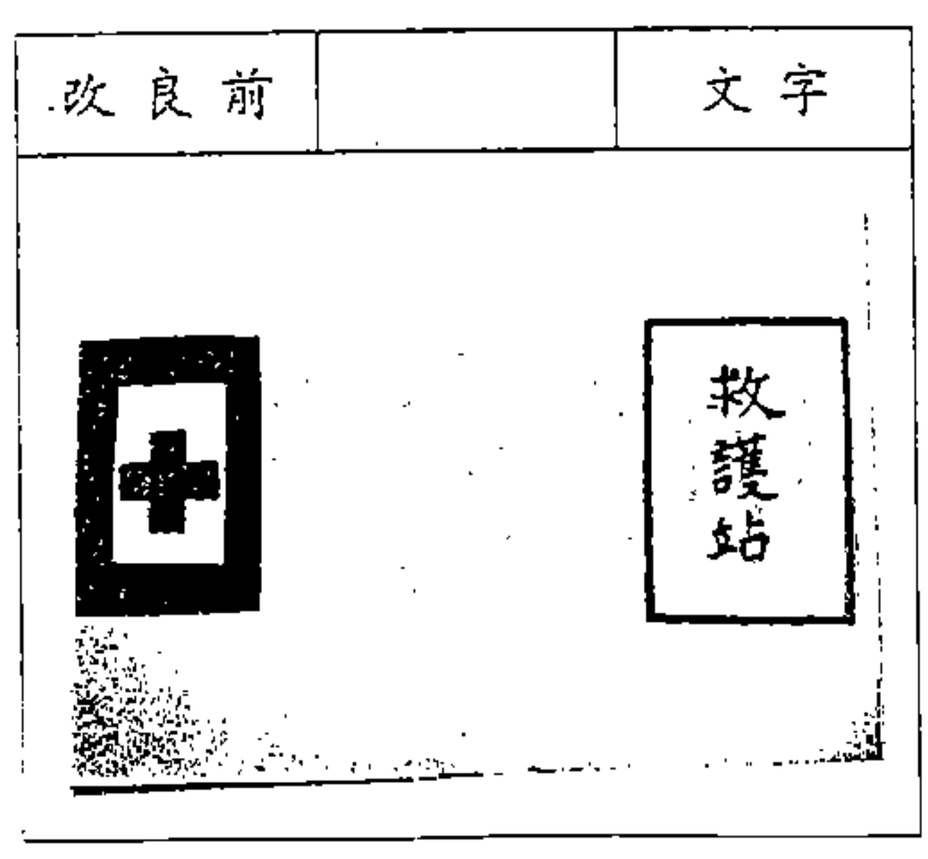


圖 1-5 ： 救 護 站

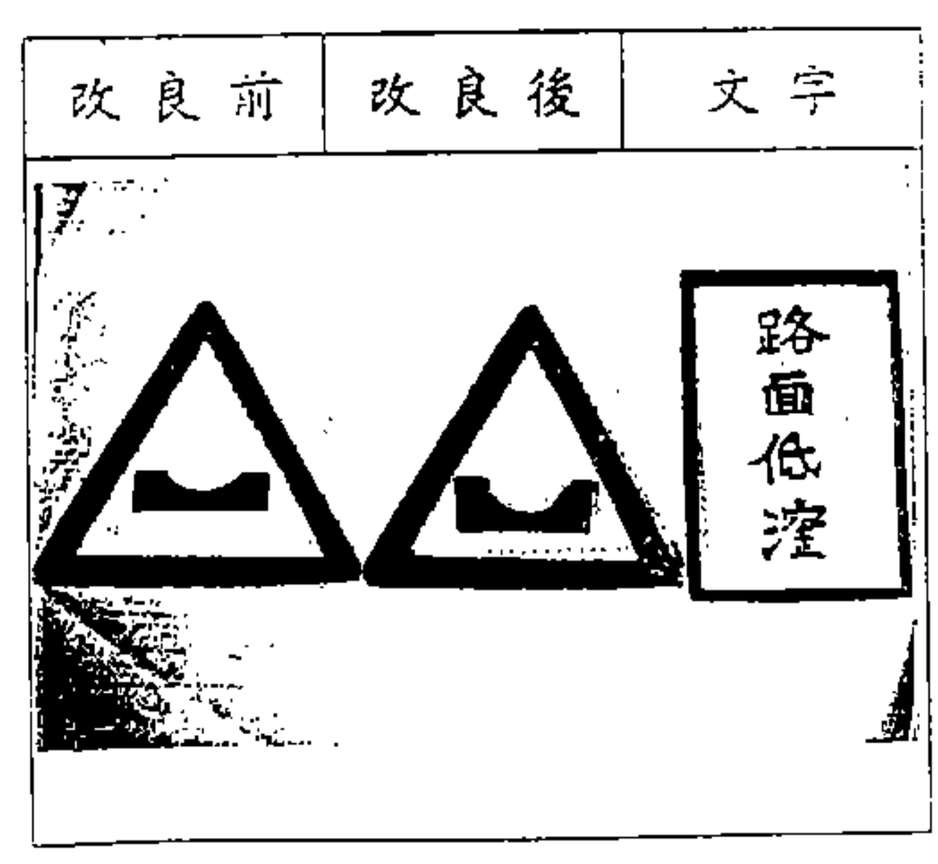


圖 1-6 ： 路 面 低 窪

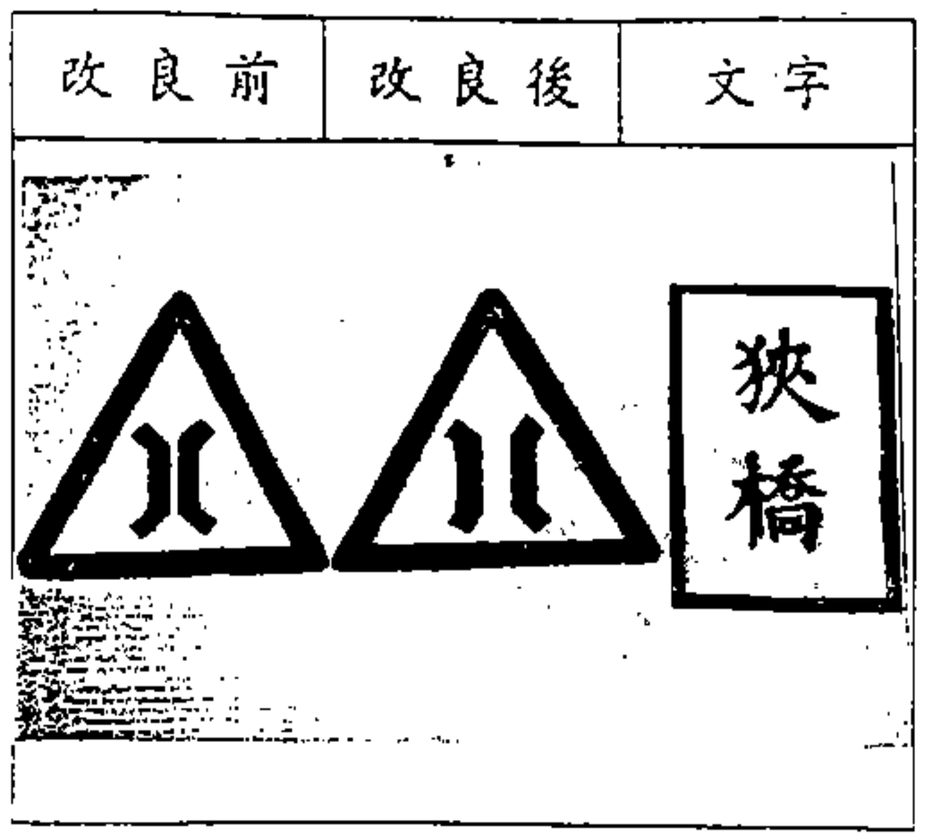


圖 1-7 ： 狹橋

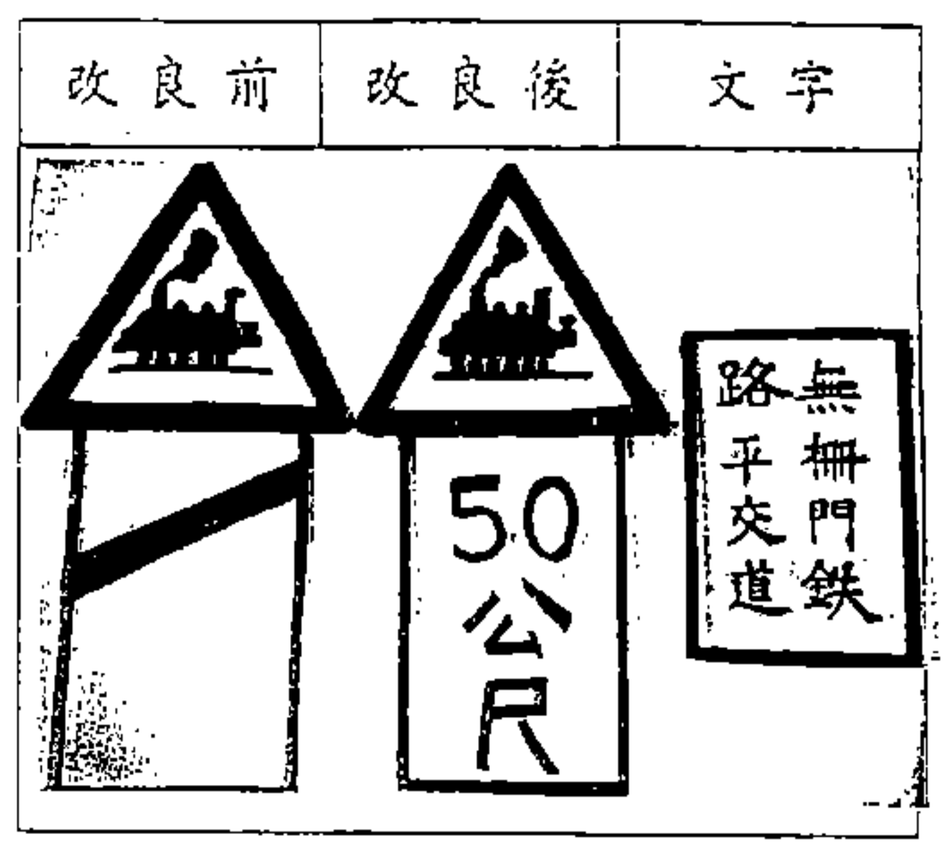


圖 1-8 ： 無柵門鐵路平交道

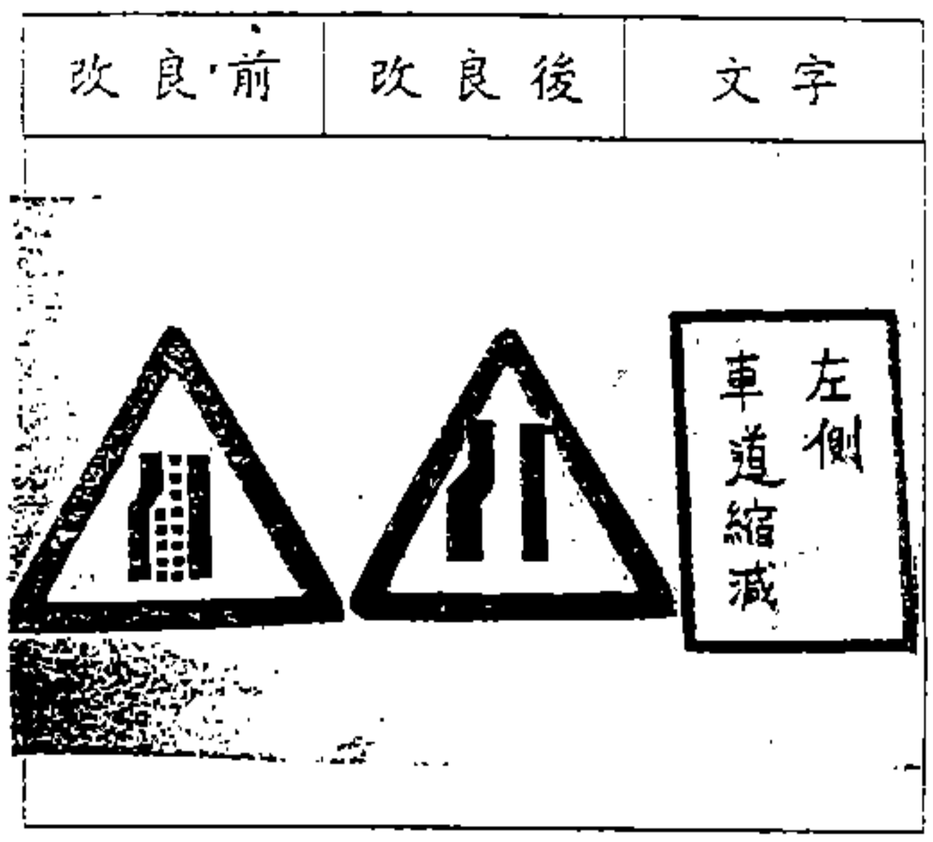


圖 1-9 ： 左側道路縮減

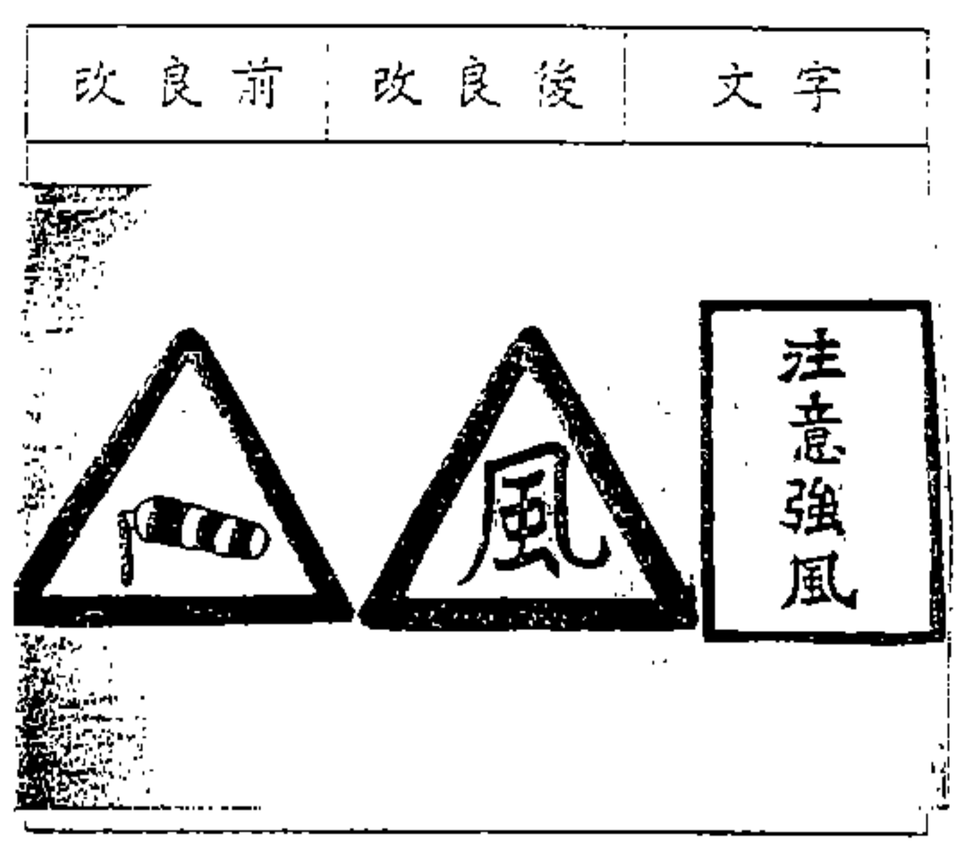


圖 1-10 ： 注意強風

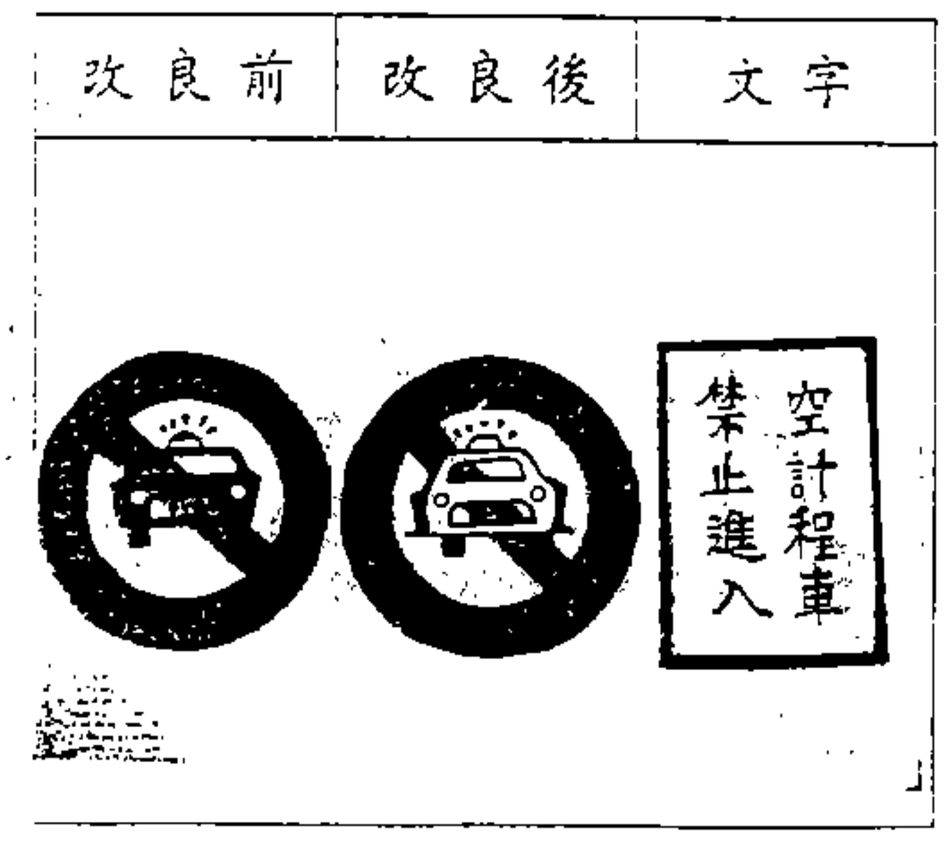


圖 1-11 ： 空計程車禁止進入

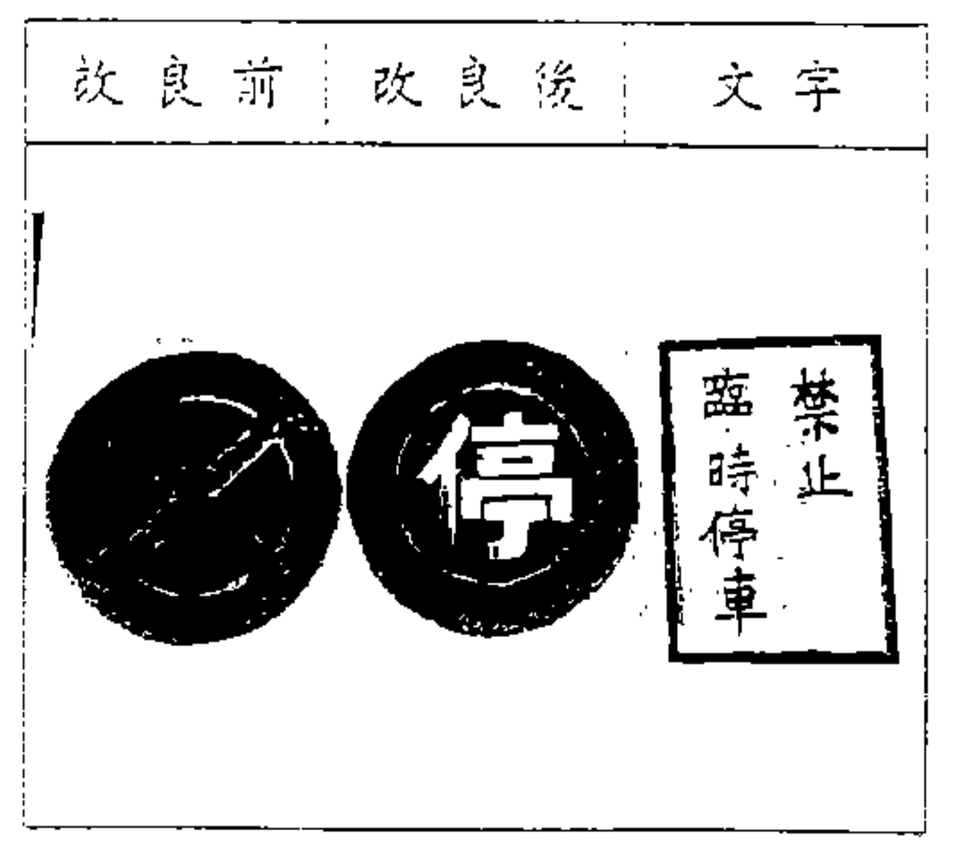


圖 1-12 ： 禁止臨時停車

2.1-2 實驗地點：

實驗地點選於清華大學的舊機車道上，標誌放置的位置在機車道的盡頭，高度約一公尺，受試的距離由距標誌55m處，漸近走向標誌處。55m的選擇是有根據的，因爲標誌縮小5倍，因此明視距離也跟著縮小5倍，根據Kline and Fuchs (1993)研究，視力最好的人最多能在250m處看見正常標誌(60cm見方)，因此縮小的標誌最多能在50m處看見，選擇55m已有10%的寬容度了。舊機車道的選擇也有特殊原因，因爲這樣的場合與實際道路相符。在長55m的機車道上，每隔0.5m工作人員就貼上膠帶做記號，並標以阿拉伯數字，以方便於實驗的記錄，關於實驗場地的實景可由圖2-1得知。

2.1-3 實驗器材：
- 白板一個，文字標誌圖15張
- 改良前標誌圖15張
- 改良後標誌圖10張
- 實驗記錄紙50張，視力表一張
- 皮尺一只、膠帶一卷

2.1-4 實驗步驟：

1. 工作人員於校園內隨機找尋受試者，但條件爲20－25歲的男女大學生或研究生，改良前及改良後受試者共40人。
2. 此實驗一次只能做一個人，工作人員先爲此人測視力，而後決定做改良前或改良後的實驗，測視力的目的在使兩組受試者視力無差異。
3. 在視力測完之後，若決定做改良前的實驗，則
   3.1 由工作人員將受試者帶至55m處，漸近向標誌走，白板上放有5個改良前的圖形（圖2-2，2-3，2-4）。（原本一次做一個圖形，後來發現1次做5個與一次做1個並沒有太大的差異，而且較爲省時），當受試

者看清其中某一圖形時，就記錄其所踩處的距離，並記錄其回答的標誌意義是否正確(圖2-5)，直到此5個圖形做完。

3.2 換另外5個改良前圖形，重複步驟3.1，直到15個改良前圖形都做完

3.3 換文字標誌，將受試人員帶至30m處(原本也是55m，後來發現文字標誌的可見度，確實比較差，30m已經是極限了，故後來的受試者一律在30m處就開始做實驗)，漸近向文字標誌走，看清一標誌時就說明上述的文字，假使無誤就記錄他的回答時候的距離，直到5個文字標誌做完。

3.4 換另一張文字標誌(上面共有5個文字標誌)，重複步驟3.3，直到15個文字標誌都做完。

4. 在視力測完之後，若決定做改良後的實驗，則

4.1 由工作人員將受試者帶至55m處，漸近向交通標誌走，這時候，白板上放有5個改良後圖形，當受試者看清其中一個標誌時，就記錄其距離及其回答的圖形意義，直到5個交通標誌都做完。

4.2 換另外5個改良後的交通標誌，重複步驟4.1，直到10個改良後圖形做完。

4.3 換測量文字標誌(這些文字標誌與改良前受試人員所測的文字標誌是一樣的，其目的在於對照)，將受試人員帶至30m處，漸近走向文字標誌，當受試者看清其中一個標誌時，就說明文字標誌的意義，假使無誤就記錄他回答時的距離，直到5個文字標誌都做完。

4.4 換另一張文字標誌(上面共有5個文字標誌，重複步驟4.3，直到15個文字交通標誌都做完。

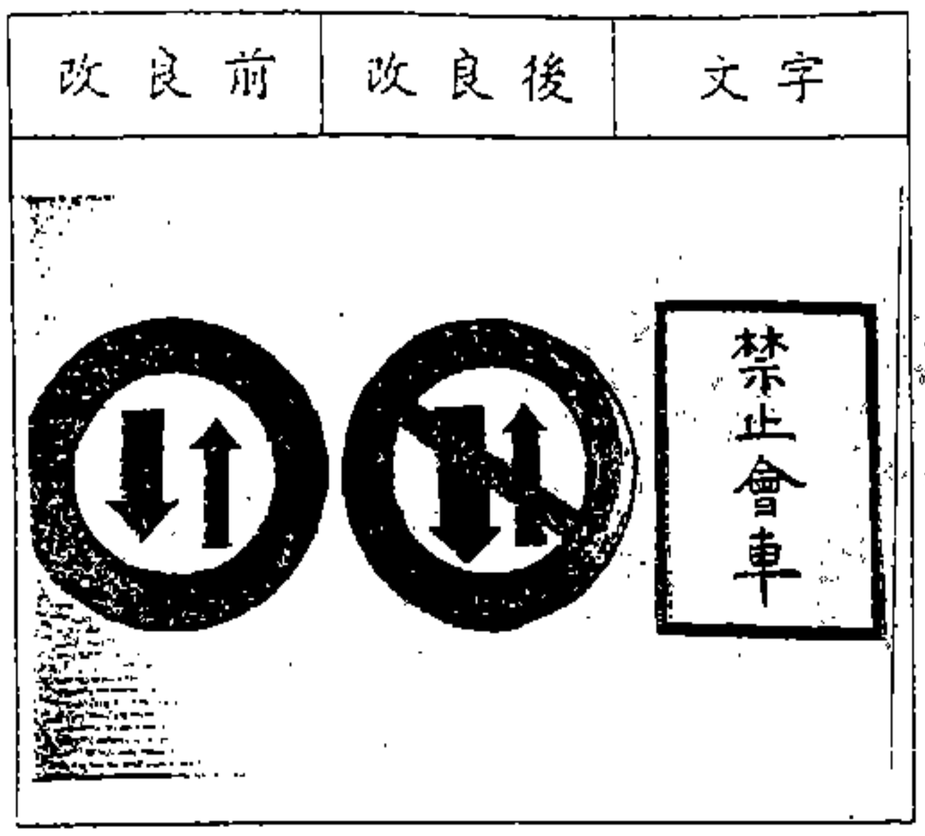


圖 1-13 ： 禁止會車

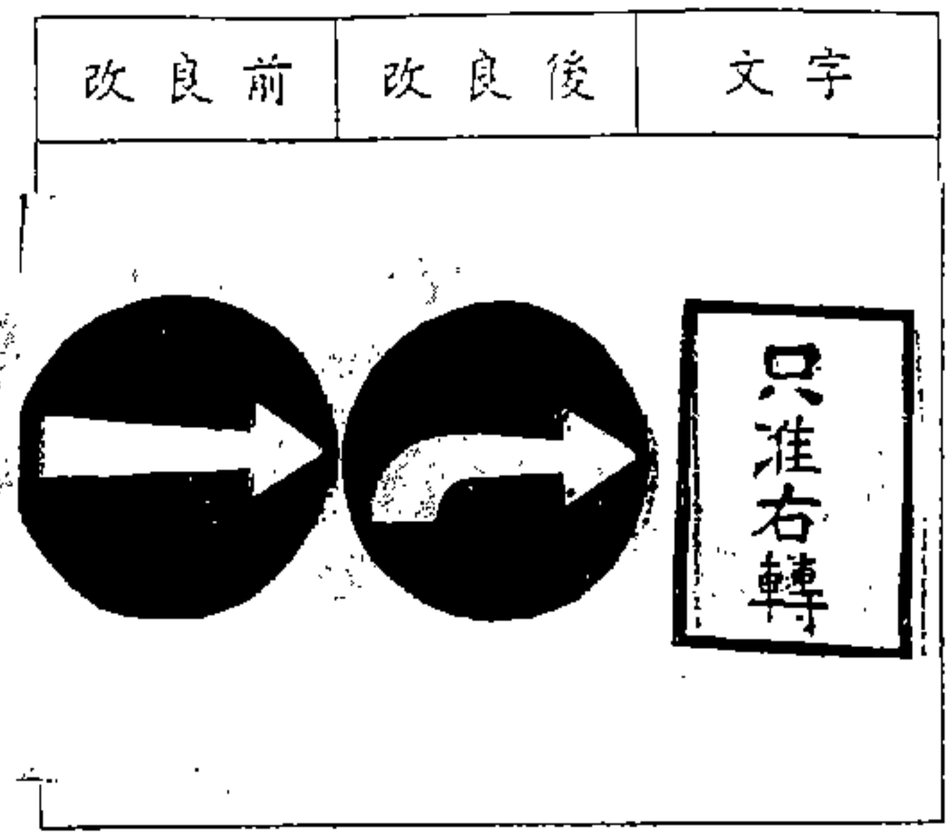


圖 1-14 ： 僅准右轉

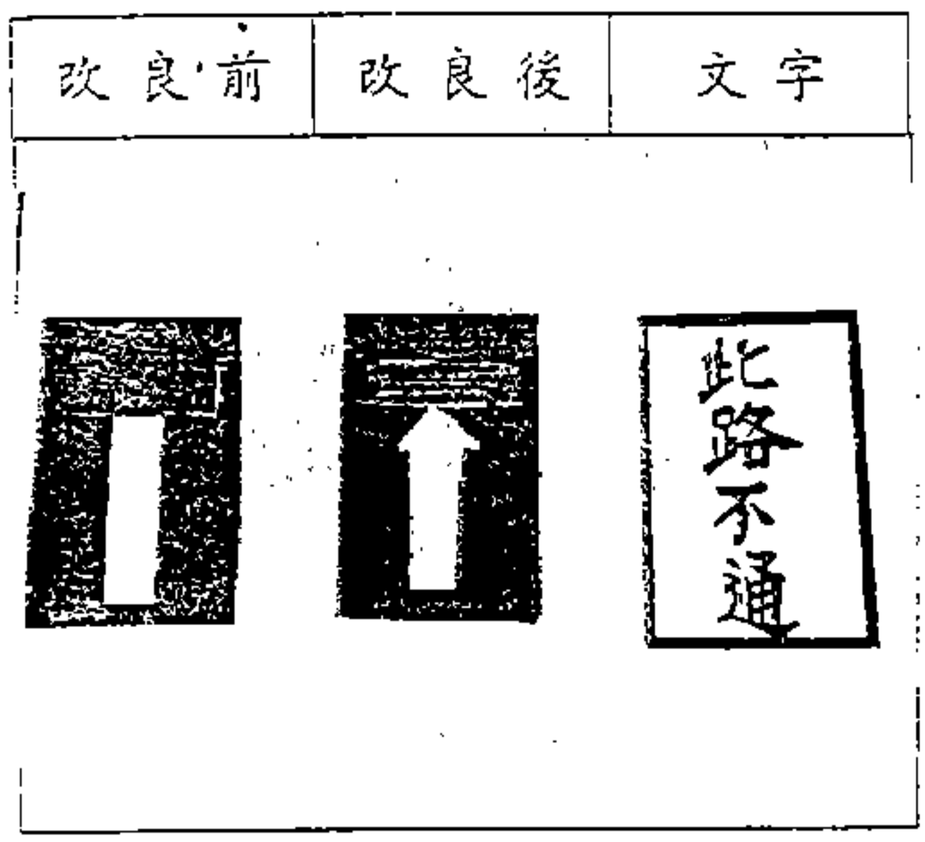


圖 1-15 ： 此路不通

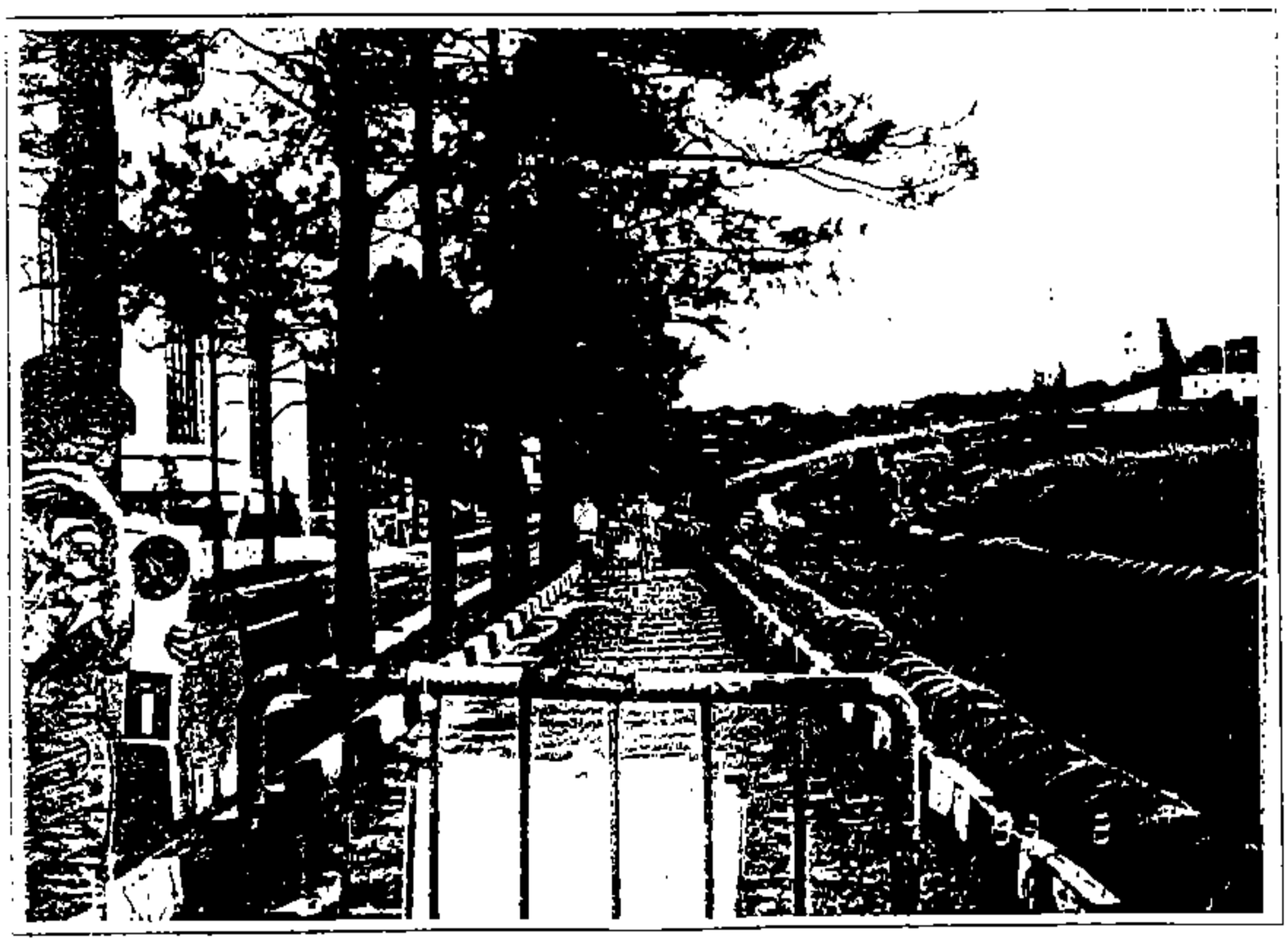


圖 1-1 ： 實驗場地實景圖（清華大學舊腳車道）

圖 2-2

圖 2-3

圖 2-4

圖 2-5

圖 2-2：工作人員正在為受試者作視力上的分類，待視力測完之後，決定此受試者要接受攻擊前的距離測試實驗。

圖 2-3：白板上有了個攻擊前交通標誌圖形，分別為右彎、下坡閉鎖路平交道、路上坐滿、禁止停車及設護欄。

圖 2-4：工作人員陪伴著受試人員由遠逐漸向近走，此時受試人員正凝視著白板上的圖形。

圖 2-5：就在此時受試人員看見了其中一個標誌，工作人員正在記錄他的答案。

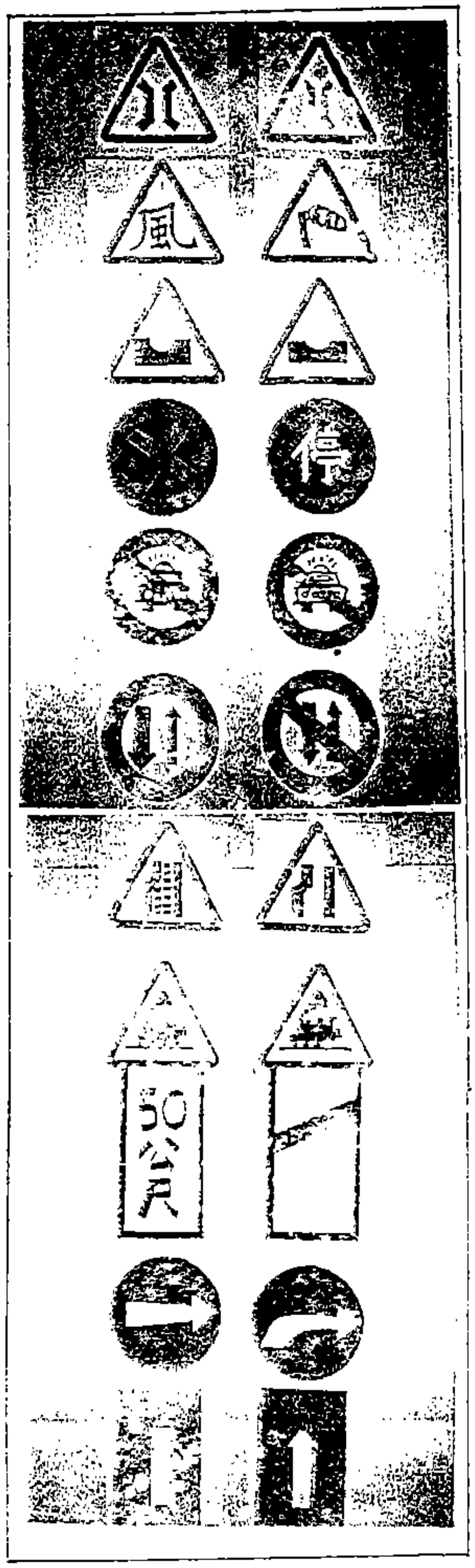


圖 3-1 主觀易好測立受試卡片

結果:

1.對照圖形的比較

2.距離比較

3.文字與圖形之比較

4.主觀偏好調查分析

結論:

1.有顯著改善效果之標誌
狹橋、無柵門鐵路平交道、注意強風、左側道路縮減、禁止會車、此路不通

2.簡易圖形應省略文字說明

3.複雜或不易理解之圖形，應直接以文字代替

4.文字說明字數儘量減少

表 3-1 距離測試實驗數據整理

交通標誌類別及統計單位 / 交通標誌名稱	改良前圖形交通標誌			改良後圖形交通標誌			文字交通標誌		
	明視距離		錯誤比率	明視距離		錯誤比率	明視距離		錯誤比率
	平均數 $\overline{X}$ 單位 (m)	標準差 $X\sigma_{n-1}$ 單位 (m)	單位 (%)	平均數 $\overline{X}$ 單位 (m)	標準差 $X\sigma_{n-1}$ 單位 (m)	單位 (%)	平均數 $\overline{X}$ 單位 (m)	標準差 $X\sigma_{n-1}$ 單位 (m)	單位 (%)
1.右彎	31.15	6.00	0	30.05	5.10	0	15.90	3.90	0
2.有柵門鐵路平交道	24.30	7.80	15	25.95	7.20	10	8.65	2.05	0
3.禁止左轉	29.85	9.75	0	26.10	6.70	0	10.10	1.95	0
4.禁止停車	21.25	7.40	0	22.85	6.70	0	11.35	2.45	0
5.救護站	29.30	10.90	20	31.60	7.60	15	10.45	2.60	0
6.路面低窪	21.00	5.40	15	24.60	9.40	12.5	9.00	2.15	0
7.狹橋	21.85	4.20	0	28.10	6.90	2.5	13.60	1.90	0
8.50公尺處無柵門鐵路平交道	25.50	8.30	27.5	23.40	7.60	0	8.85	1.60	0
9.左側道路縮減	13.35	4.65	10	18.80	5.40	0	7.55	2.10	0
10.注意強風	14.50	4.65	45	14.70	3.40	0	8.85	1.20	0
11.空計程車禁止進入	22.95	5.50	42.5	17.85	4.60	40	9.10	1.80	0
12.禁止臨時停車	29.05	8.80	60	21.10	4.50	32.5	9.90	1.95	0
13.禁止會車	17.80	3.95	55	15.65	4.00	22.5	11.45	2.75	0
14.准右轉	30.75	5.70	5	31.15	8.00	5	9.05	1.90	0
15.此路不通	34.00	6.60	25	35.20	9.20	15	9.95	1.35	0

註：受試者總人數爲40人

表 3-3 距離測試實驗結果分析

交通標誌	明視距離平均數 單位：M		T	P
	改 良 前	改 良 後		
1.右 彎	31.15	20.05	0.6249	0.5358
2.有柵門鐵路平交道	24.30	25.95	-0.6948	0.4914
3.禁 止 左 轉	29.85	26.10	1.4199	0.1638
4.禁 止 停 車	21.25	22.85	-0.7151	0.4789
5.救 護 站	29.30	31.60	-0.7715	0.4452
6.路 面 低 窪	21.00	24.60	-1.4832	0.1483
7.狹 橋	21.85	28.10	-3.4483	0.0016*
8.50公尺無柵門鐵路平交道	25.50	23.40	0.8346	0.4092
9.左側道路縮減	13.35	18.80	-3.8956	0.0005*
10.注 意 強 風	14.50	14.70	-0.1547	0.8779
11.空計程車禁止進入	22.95	17.85	3.1864	0.0029*
12.禁止臨時停車	29.05	21.10	3.5792	0.0013*
13.禁 止 會 車	17.80	15.65	1.7085	0.0957
14.僅 准 右 轉	30.75	31.15	-0.1763	0.8610
15.此 路 不 通	34.00	35.20	-0.4752	0.6374

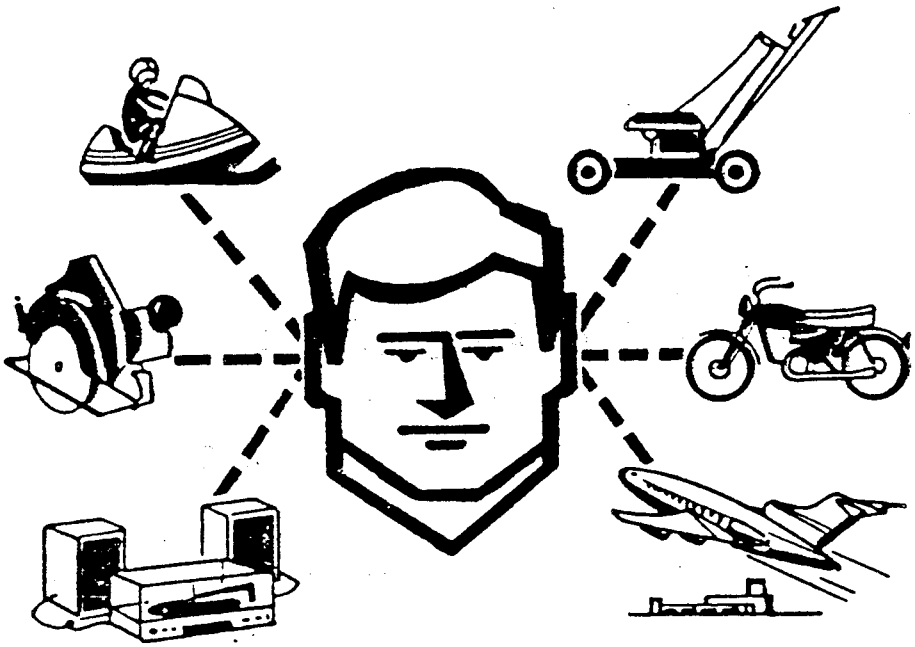
表 3-2 主觀偏好調查數據

交通標誌偏好選擇	改良前較優					改良後較優					一樣				
男女 有無駕照 分類 / 交通標誌名稱	男有駕照	男無駕照	女有駕照	女無駕照	總人數	男有駕照	男無駕照	女有駕照	女無駕照	總人數	男有駕照	男無駕照	女有駕照	女無駕照	總人數
路面低窪	8	3	6	2	19	13	2	6	12	33	4	0	2	2	8
狹稿	8	1	0	7	16	14	4	12	8	38	3	0	2	1	6
50公尺無柵欄鐵路平交道	2	0	1	1	4	22	5	13	15	55	1	0	0	0	1
左側車道縮減	9	3	6	5	23	16	2	8	10	36	0	0	0	1	1
注意強風	8	1	5	3	17	15	4	9	13	41	2	0	0	0	2
空計程車禁止進入	10	1	2	8	21	12	4	10	6	32	3	0	2	2	7
禁止臨時停車	2	0	1	2	5	23	5	13	14	55	0	0	0	0	0
禁止會車	2	0	0	2	4	20	5	14	14	53	3	0	0	0	3
僅准右轉	6	1	2	4	13	17	4	12	11	44	2	0	0	1	3
此路不通	9	1	8	5	23	13	4	6	11	34	3	0	0	0	3

註：受試者總人數爲60人

附錄六

音與聽覺



Sources (Measured at operator/ listener distance from source)	Aural Effect	Sound Level in Decibels
Shotgun blast Jet plane at take-off Firecrackers, exploding	Human ear Pain Threshold	140
Rock Music (amplified) Hockey game crowd Thunder, severe Pneumatic jackhammer	Uncomfortably Loud	120 ≤0min
Powered lawn mower Tractor, farm type Subway train (interior) Motorcycle Snowmobile Cocktail party (100 guests)	Extremely Loud	100 ≥hr
Window air-conditioner Crowded restaurant Diesel-powered truck/tractor	Moderately Loud	80
Singing birds Normal conversation	Quiet	60
Rustle of leaves Faucet, dripping Light rainfall	Very Quiet	40
Whisper	Just Audible	10

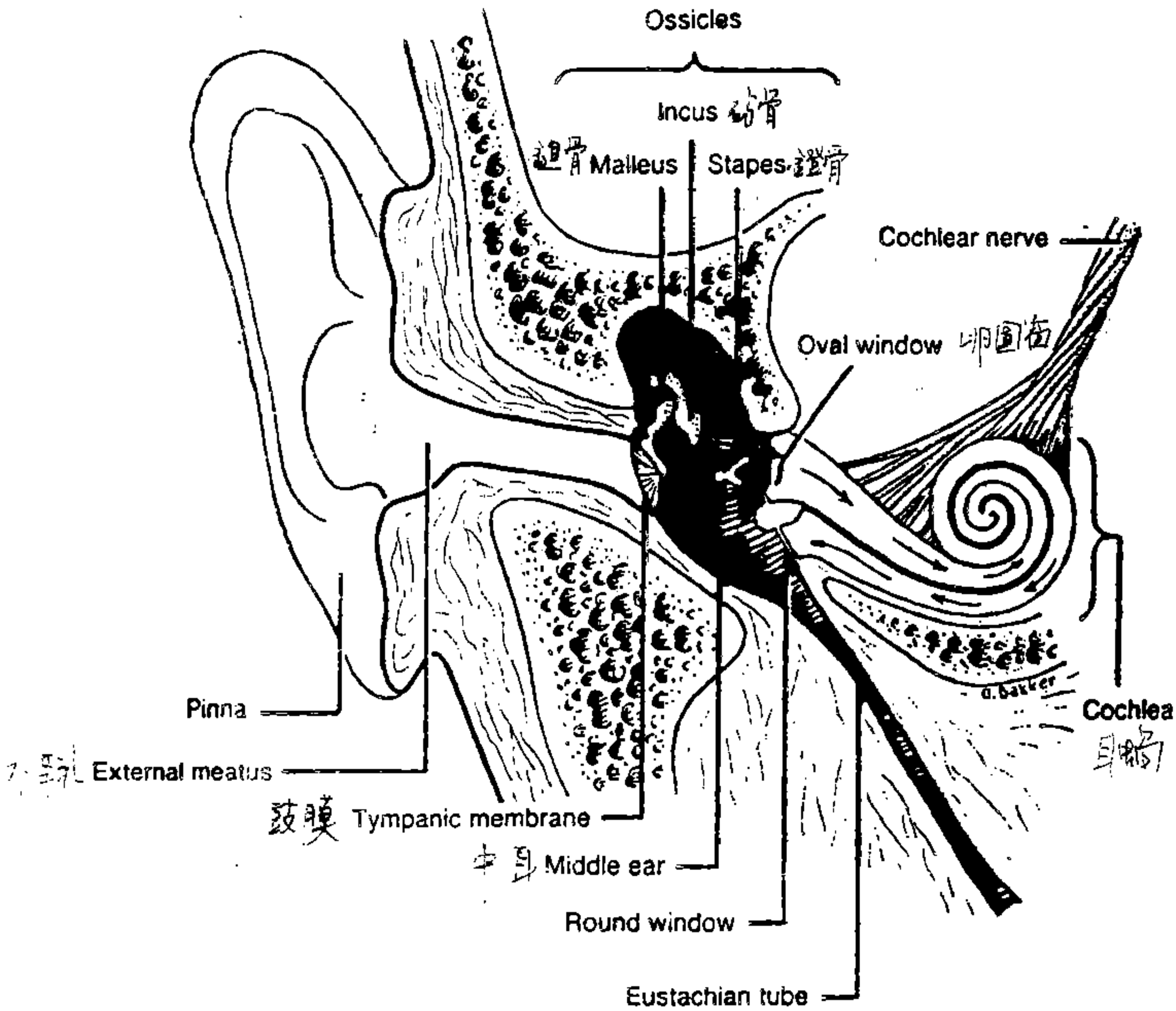
FIG. 1-1.—Levels of some familiar sounds.

表 13-3　以Sones表示的響度位準示例

噪音來源	dB	響度，Sones
住宅內部，安靜	42	1
家用抽風扇	56	7
汽車，50 ft	68	14
「安靜」的廠區	76	54
18 in自動車床	89	127
打孔冲壓機，3 ft	103	350
鉚釘機，6 ft	111	800
空氣鉚釘機，4 ft	128	30000

資料來源：Banvallet, 1952

The organs of hearing, including the external ear (pinna and external auditory meatus); middle ear ossicles; and inner ear, which contains the cochlea.



Source: Human Physiology (Fox, 1984)

聲音的物理性質

A longitudinal mechanical waves 透過固、液、空氣傳播
Audible range：20～20,000 Hz

B V:brating element —Compress the air→ 3D proganation
pleasant Sensation
unpleasant

C 1.intensity：joules/m/sec

2.pressure ： P=I.A.

3.Intensity level = 10 log I/Io
I = detected as a change in loudness
Io=人類可辨認的最低聲音 limit of human audibility

4.Pressure Level = 20 log P/Po
Po= describe the amount of sound at a location away from the source

5.Frequency = F=1/T
(cps.Hz)

6.Amplitrde loudness

Measurement of Sound

A Instrument

1.Sound level meter

a.Measures the root mean square (r.m.s)sound presure level in dB

b.Duplicate the response of the human ear ABC network (scale)

c.steady sound --- Fast Mode
Intermittent sound --- Slow Mode

2.Impulse meter

a.peak level of noise that are very short in duration

3.Frequency Analyzer

a.Segment noise into frequency band (low median high)

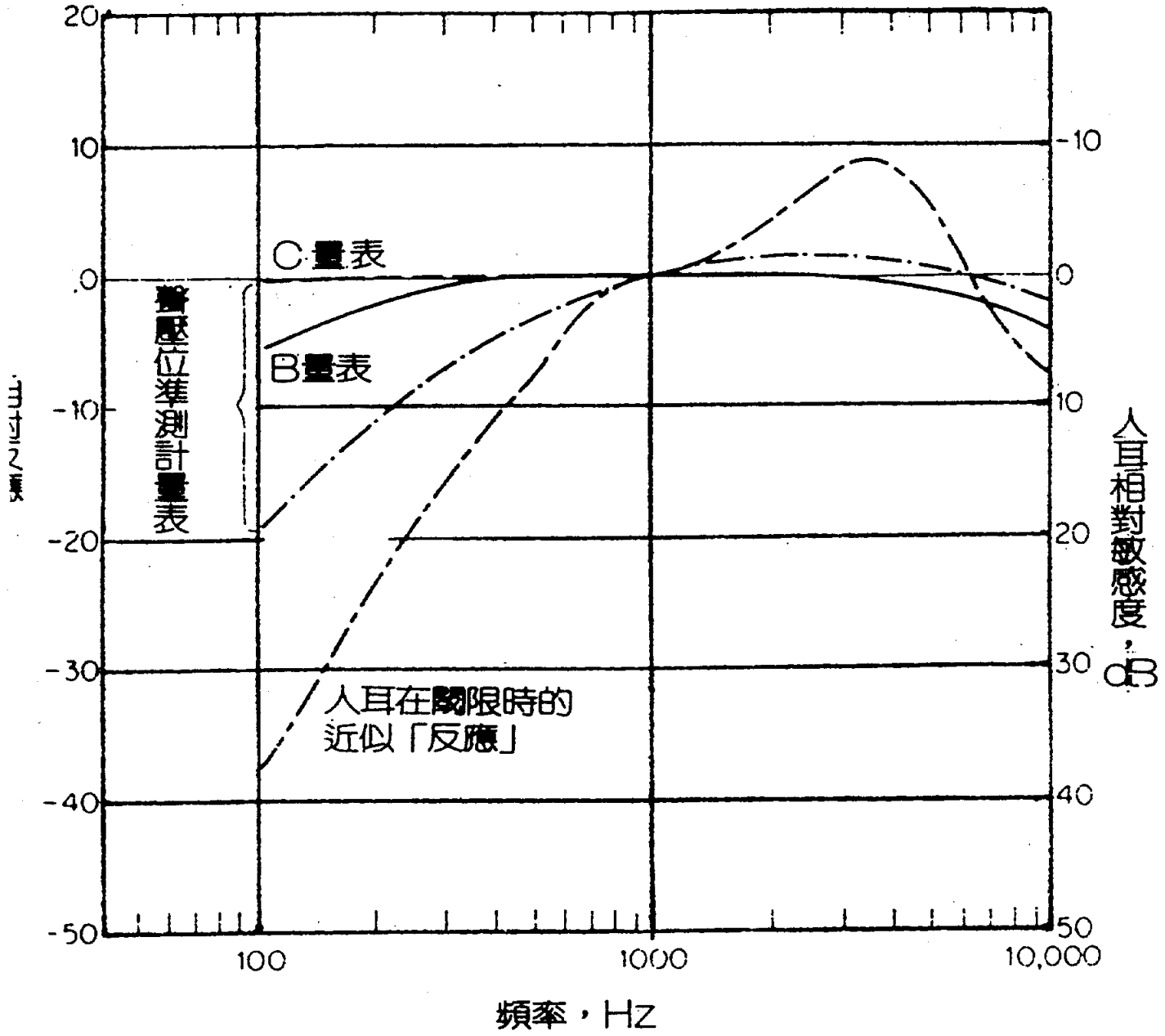
b.(一)effectiveness of noise control technique
(二)detect the dominant frequencies

4.Sound Monitor

a.Elevate sound level varies drastically over a wide range

b.mean percentile

c.exposed to varying noise for a duration of time and indicate if the exposure limit has been exceeded



A、B、C三種量表的聲壓位準測計和人耳在閾限時的相對反應特徵
(Jensen, Jokel and Miller, 1978)

Difference between L_1 and L_2	L_3, amount to be added
0.0 to 0.1	3.0
0.2 to 0.3	2.9
0.4 to 0.5	2.8
0.6 to 0.7	2.7
0.8 to 0.9	2.6
1.0 to 1.2	2.5
1.3 to 1.4	2.4
1.5 to 1.6	2.3
1.7 to 1.9	2.2
2.0 to 2.1	2.1
2.2 to 2.4	2.0
2.5 to 2.7	1.9
2.8 to 3.0	1.8
3.1 to 3.3	1.7
3.4 to 3.6	1.6
3.7 to 4.0	1.5
4.1 to 4.3	1.4
4.4 to 4.7	1.3
4.8 to 5.1	1.2
5.2 to 5.6	1.1
5.7 to 6.1	1.0
6.2 to 6.6	.9
6.7 to 7.2	.8
7.3 to 7.9	.7
8.0 to 8.6	.6
8.7 to 9.6	.5
9.7 to 10.7	.4
10.8 to 12.2	.3
12.3 to 14.5	.2
14.6 to 19.3	.1
19.4 to ----	0

(NIOSH, 1973)

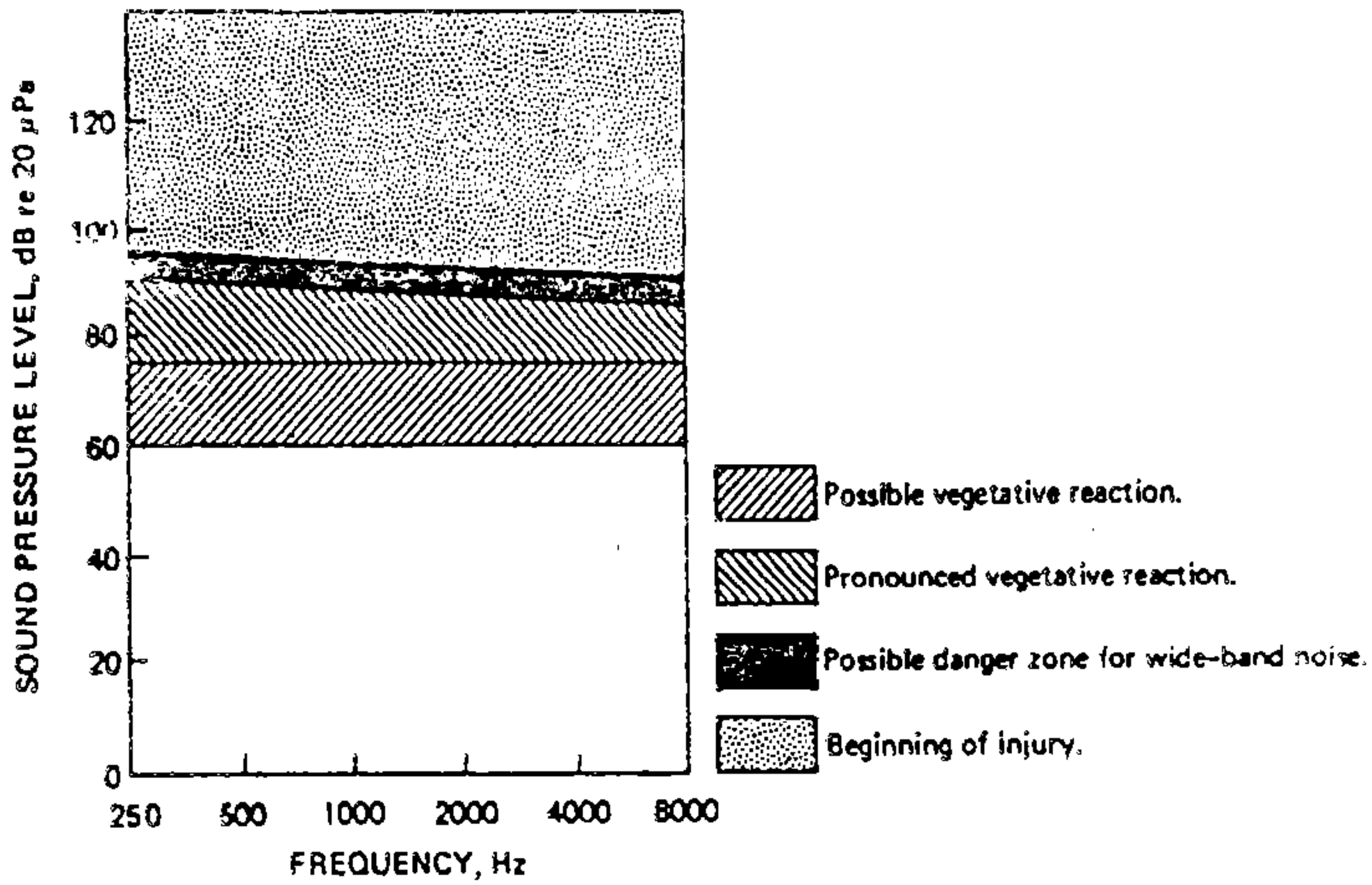


Fig. 10 Damage risk criteria, after Jansen [1].

(May, 1978)

Total Noise Duration per 8 hour day	Number of Occurrences per Day						
	1	3	7	15	35	75	160+
8	89	89	89	89	89	89	89
6	90	92	95	97	97	94	93
4	91	94	98	101	103	101	99
2	93	98	102	105	108	113	117
1	96	102	106	109	114	125	125
30 min	100	105	109	114	125		
15 min	104	109	115	124			
8 min	108	114	125				
4 min	113	125					
2 min	123						

sound level (dBA)

(NIOSH, 1973)

value is not given, interpolation is permissible.

Effect of Noise on Operators

A.On Performance

1.Interference With Communication

To have90%speech intelligibility between 2.With 1 meter apart

the background noise of mixed frequencies < 95 dB

the background noise low - frequencies < 105 dB

2.Interfer human performance

a.Steady noise < 90 dB (A) ok

b.Intermittent or impulseve noise are more disrupting even < 90 dB (A)

c.Noise and No. of error

d.Complex tasks are more affected by noise than simple tasks

B.Health and Safety

1.Physiological effects

a.Effects on hearing:Temperary threshold shift(TTS): fatique of cochle Permanent hearing loss:damage to the hair cell

b.Temperary hearing loss

1.noticeable dullness in hearing

2.tinnitis (ringing or roaring senation)

3.disappear a few hours (day)after noise exposure cease

c.Sensorineural hearing loss:inability to hear high - pitched sound

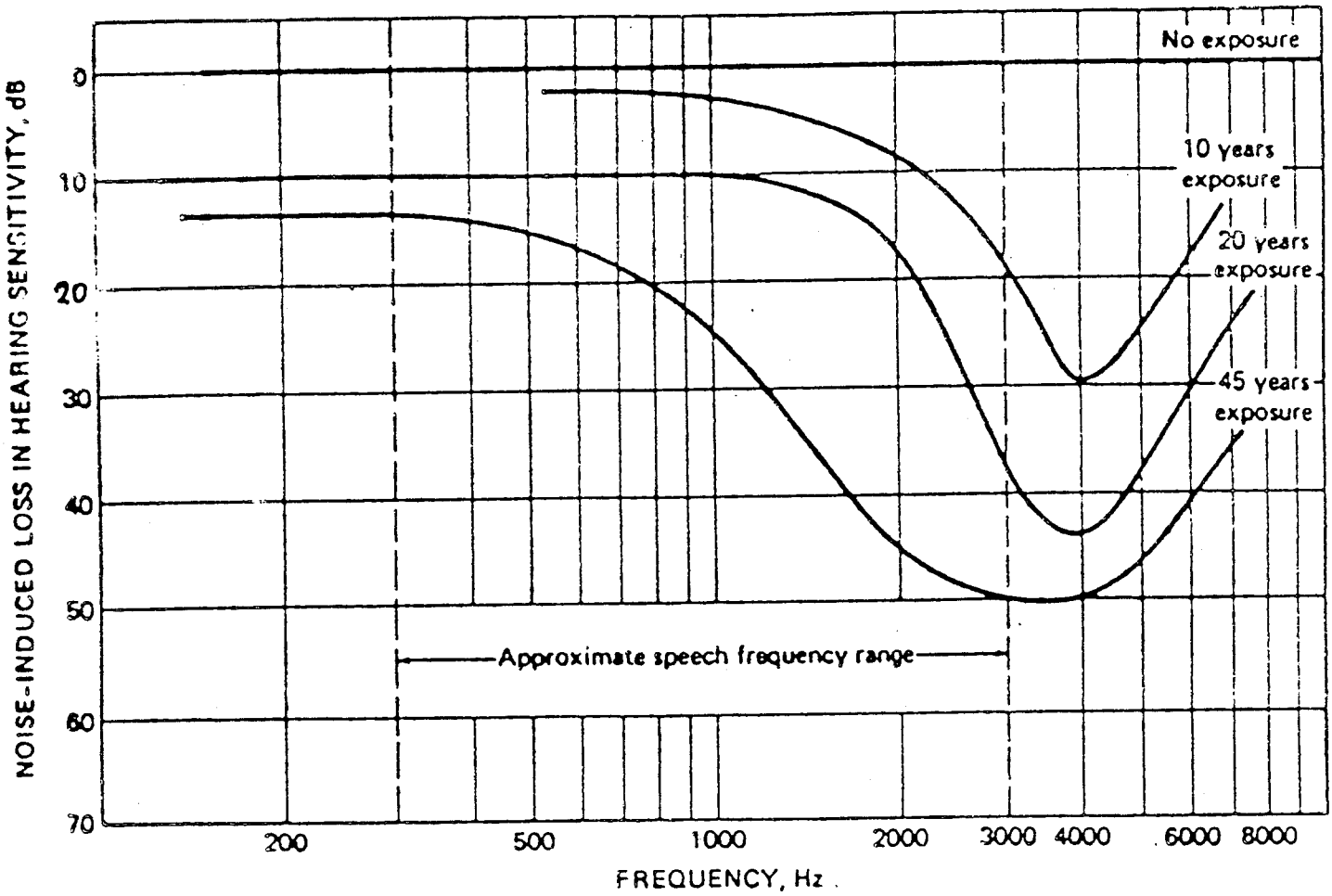


Fig. 5 Audiograms showing the typical reduction of hearing sensitivity as a result of long term exposure to industrial noise. The approximate range of speech frequencies is shown. May, 1978)

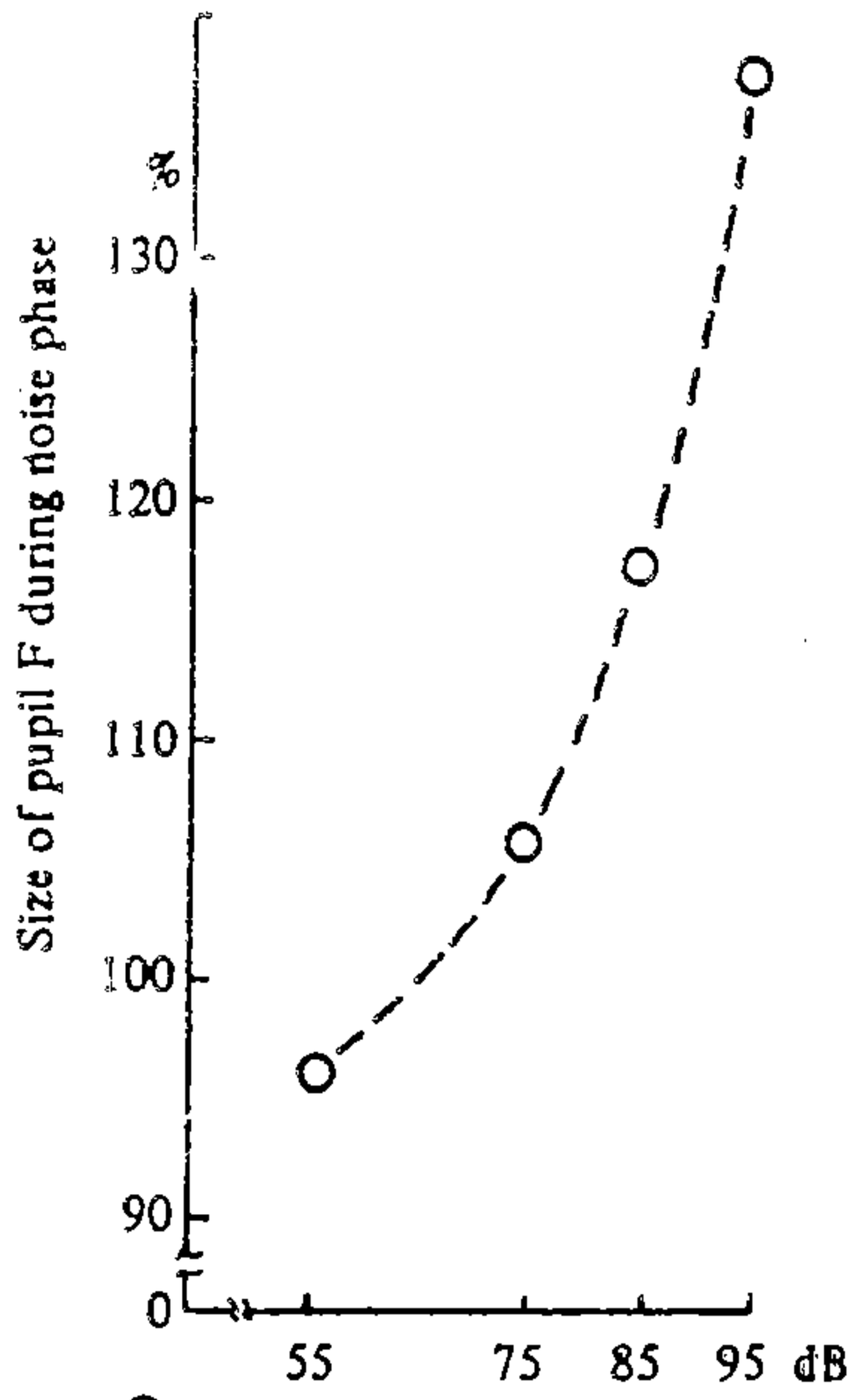
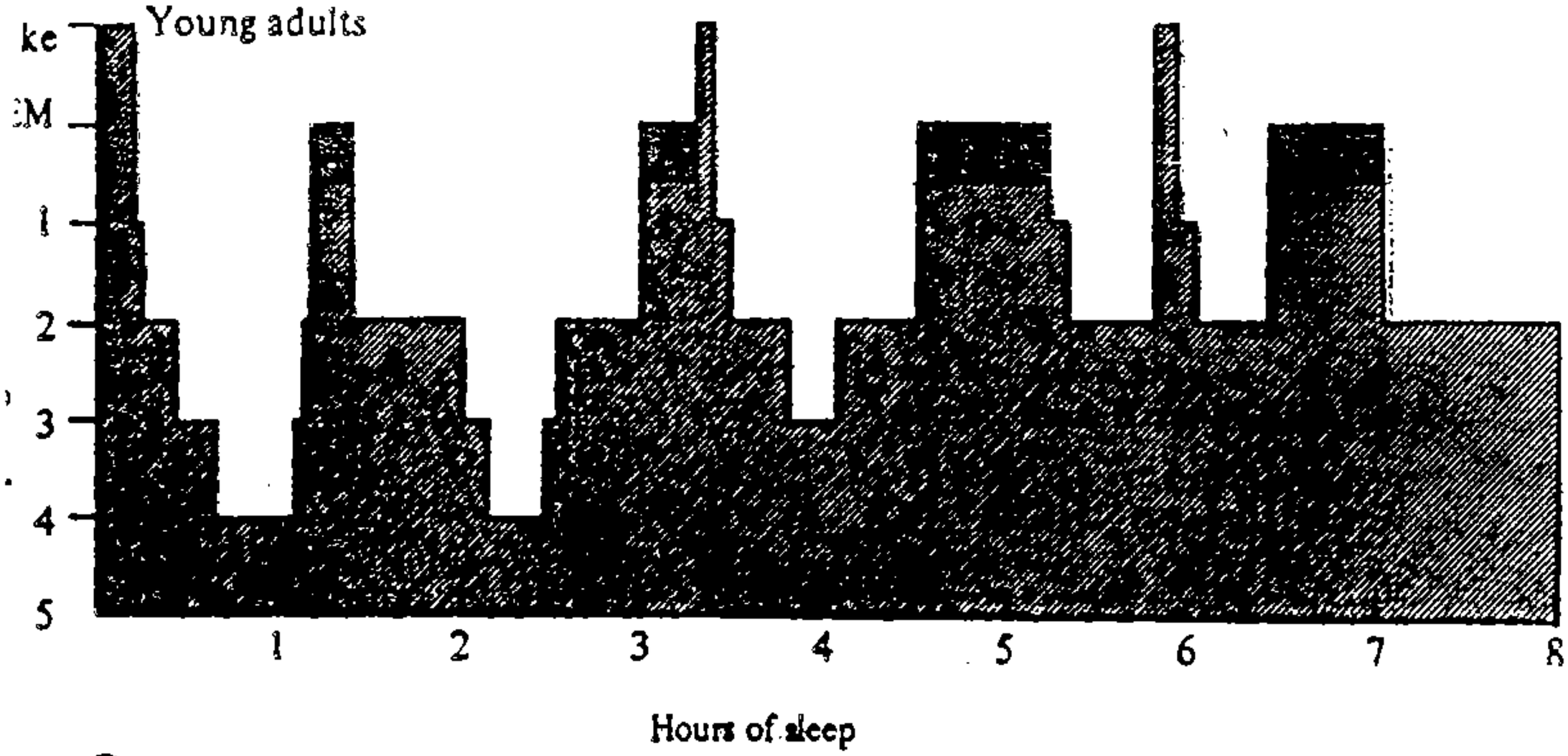
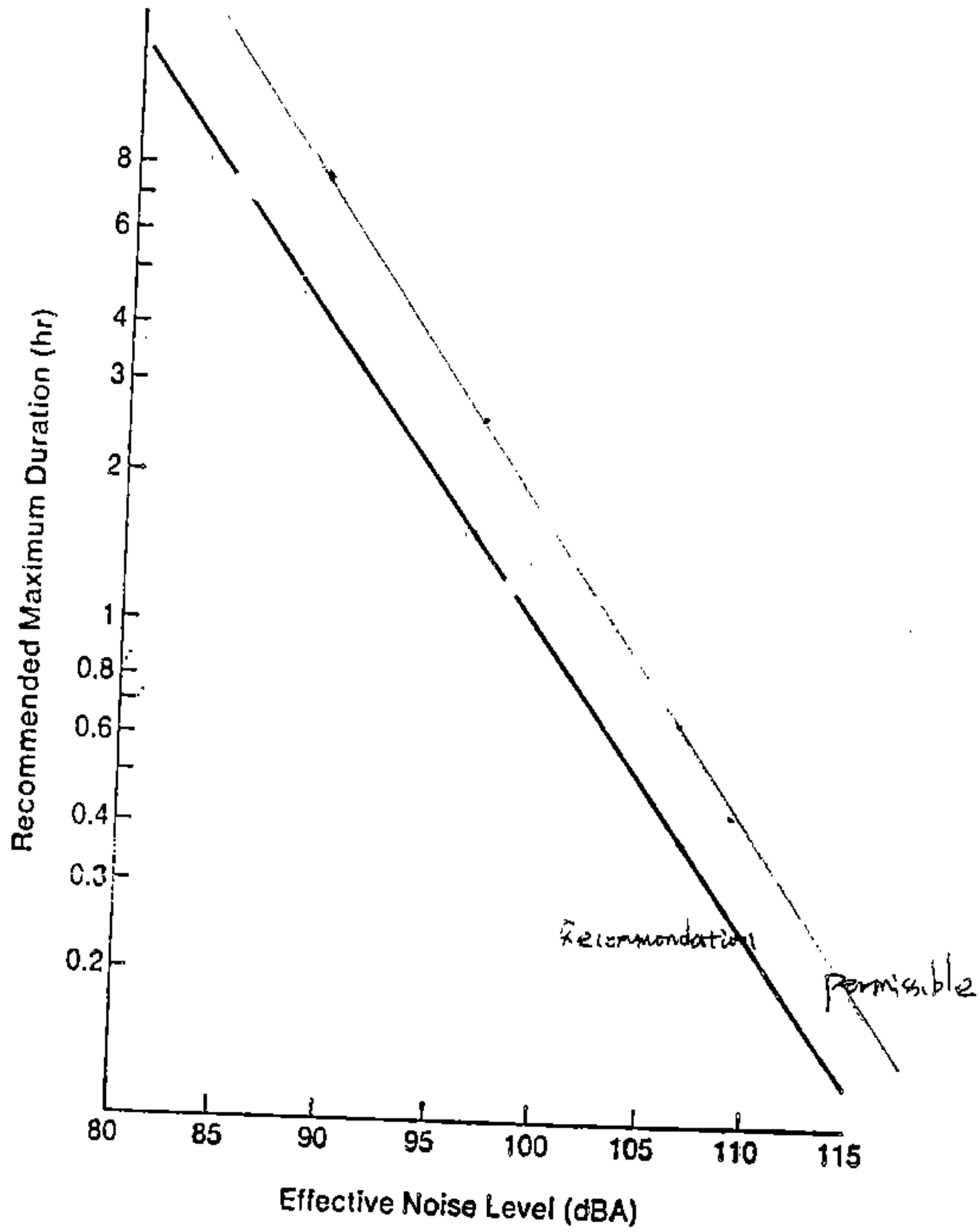


FIGURE 9 Relationship between pupil size (percentage) and sound pressure level (of white noise). (From Jansen, G., Effects of noise on physiological state, in *Noise as a Public Health Hazard*, ASHA Rep. No. 4, American Speech and Hearing Assoc., Washington, D.C., 1969. With permission.)

(Crocker & Price, 1975)



URE 8 The sleep pattern for a young adult. (From Berger, R. J., The sleep and dream cycle, in *Sleep: iology and Pathology, A Symposium*, Kales, A., Ed., Lippincott, Philadelphia, 1969, 17. With ission.) (Crocker & Price , 1975)



The recommended maximum duration of exposure (in hours, hr, on the vertical axis) to noise of different intensities (in decibels, dBA, on the horizontal axis) is given. The higher the noise level, the less time a person should be exposed to it in order to reduce the risk of hearing damage. Noise levels above 115 dBA should be avoided; levels below 80 dBA are not known to contribute to hearing loss over extended exposure times.

Source: Ergonomic Design for People at Work, Vol. I
(Kodak, 1983)

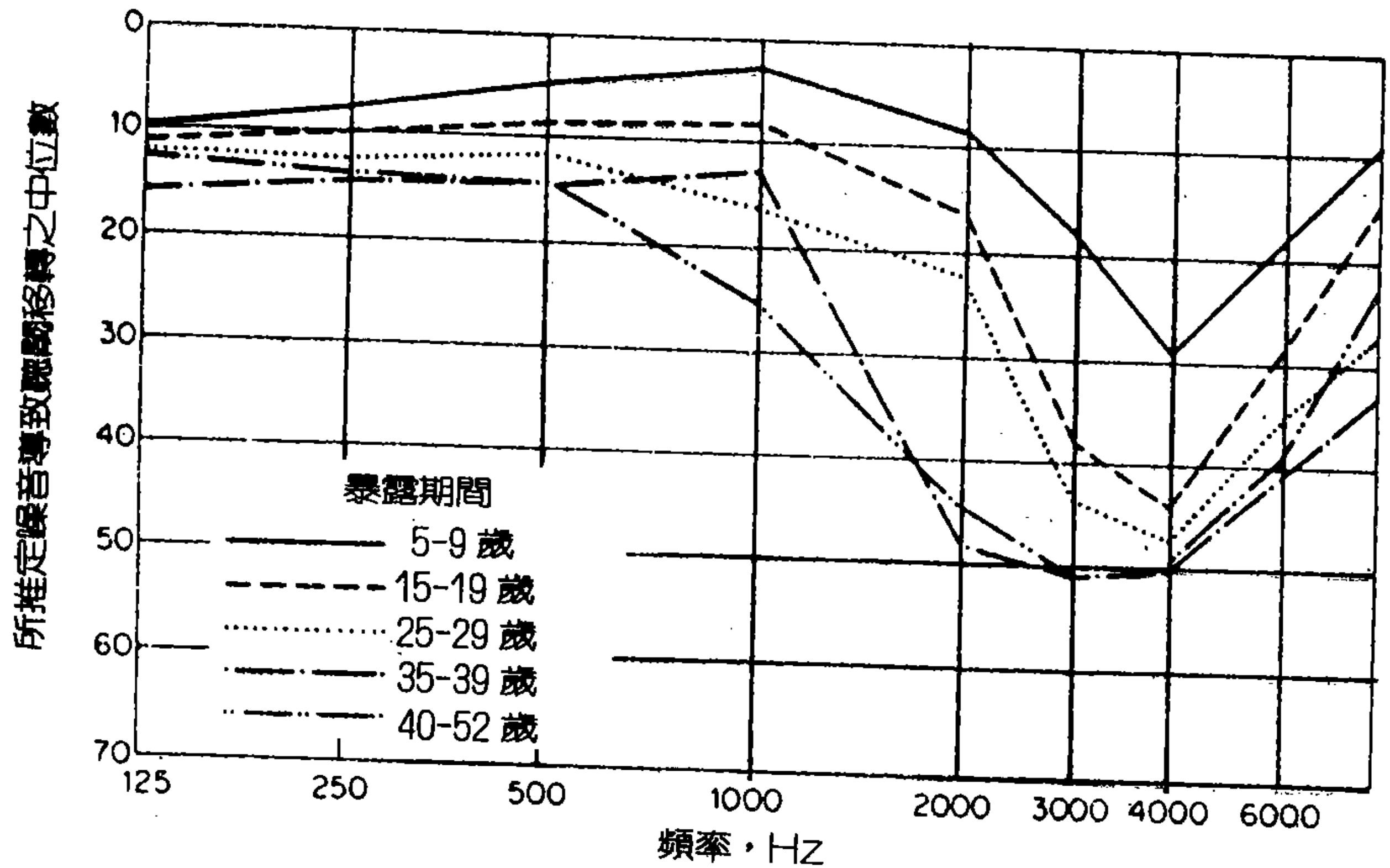


圖 13-6　織紡機廠女工的永久聽閾、移轉中位數係暴露期間的函數。此種噪音之頻率很寬且連續，在八度音階頻譜，尖峰頻率集中在 1000 Hz和 2000 Hz處，整體聲壓位準在 99-102 dBA之間 (Melnick, 1979)

V. CONTROL OF INDUSTRIAL NOISE

A. Sources of Internal Industrial Noise

Typical industrial equipment noise sources are given below:

SYSTEM	SOURCE
Heaters	Combustion at burners Inspiration of premix air at burners Draft fans Ducts
Motors	Cooling air fan Cooling system Mechanical and electrical parts
Air-Fan Coolers	Fan Speed alternator Fan shroud
Centrifugal Compressors	Discharge piping and expansion joints Antisurge bypass system Intake piping and suction drum Air intake and air discharge
Screw Compressors	Intake and discharge piping Compressor and gear casing
Speed Changers	Gear meshing
Engines	Exhaust Air intake Cooling fan
Condensing Tubing	Expansion joint on steam discharge line
Atmospheric Vents, Exhaust and Intakes	Discharge jet Upstream valves Compressors
Piping	Eductors Excess velocities Valves

噪音防治方法與步驟：

A.Measurement

1.找出噪音的來源

B.Evaluating

2.找出暴露於噪音的受害人

3.使大家瞭解問題的嚴重性

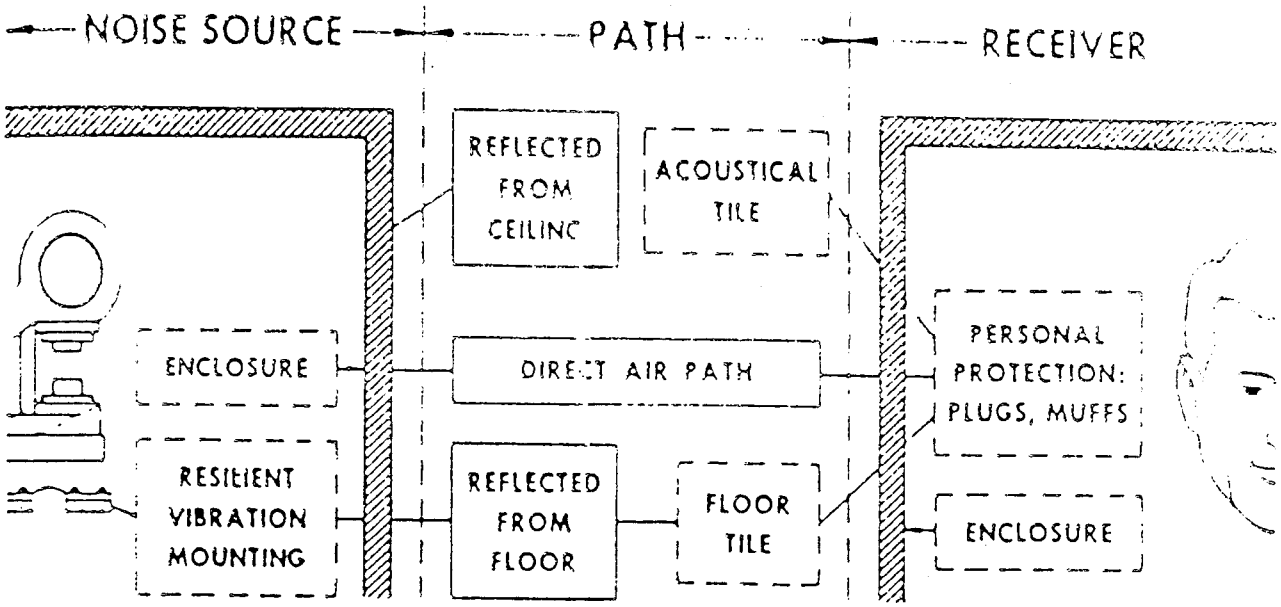
C.Control

4.Control at the Source Engineering effort

5.Control in the transmission path

6.Administrative control

7.Control at the receiver (personal heaing protection)



REDUCTION OF NOISE AT SOURCE BY:

1. Acoustical design
   a. Decrease energy for driving vibrating system.
   b. Change coupling between this energy and acoustical radiating system.
   c. Change structure so less sound is radiated
2. Substitution with less noisy equipment.
3. Change in method of processing.

REDUCTION OF NOISE BY CHANGES IN PATH:

1. Increase distance between source and receiver.
2. Acoustical treatment of ceiling, walls and floor to absorb sound and reduce reverberation.
3. Enclosure of noise source.

REDUCTION OF NOISE AT RECEIVER BY:

1. Personal protection.
2. Enclosures — isolating the worker.
3. Rotation of personnel to reduce exposure time.
4. Changing job schedules.

FIG. 11.—Every noise problem breaks down into three component parts, (*a*) a source radiating sound energy, (*b*) a path along which the sound energy travels, (*c*) a receiver such as the human ear. (NSC, 1975)

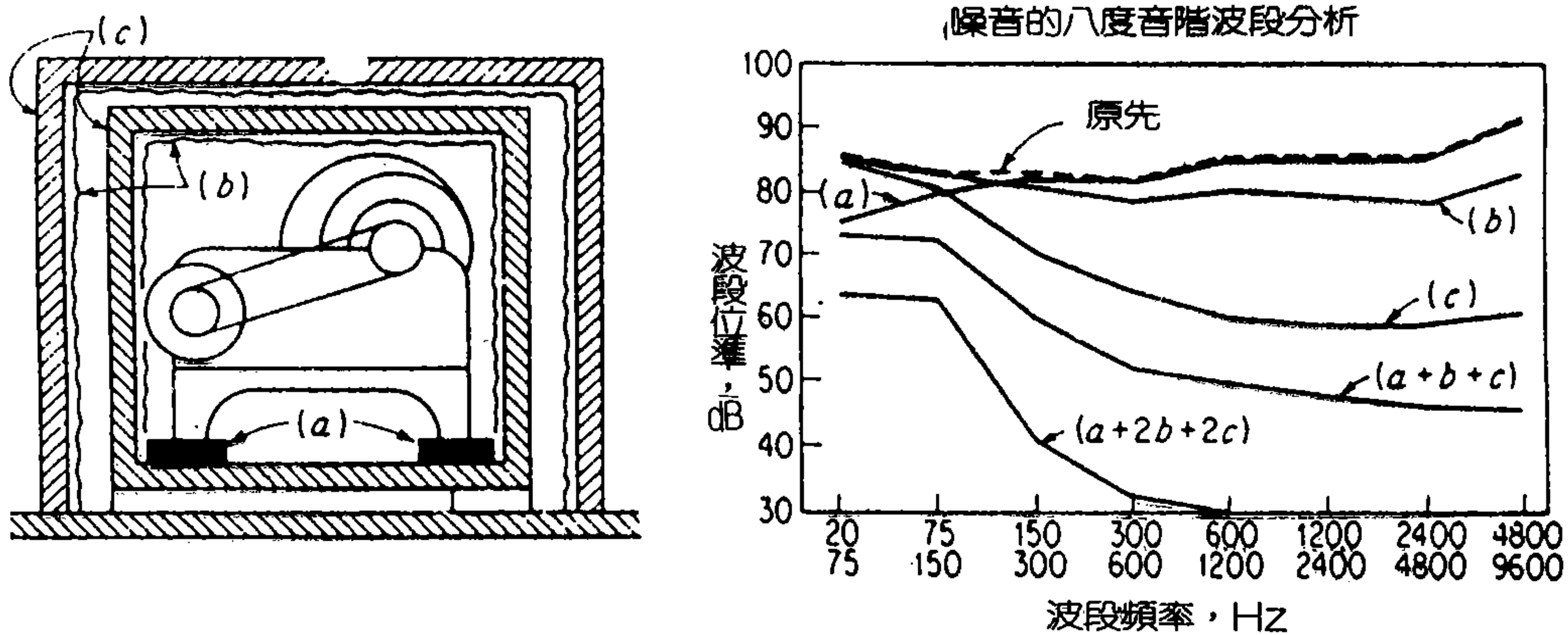


圖 13-11　採用多重噪音防制方法以降低噪音的情形(Peterson & Gross, 1978)

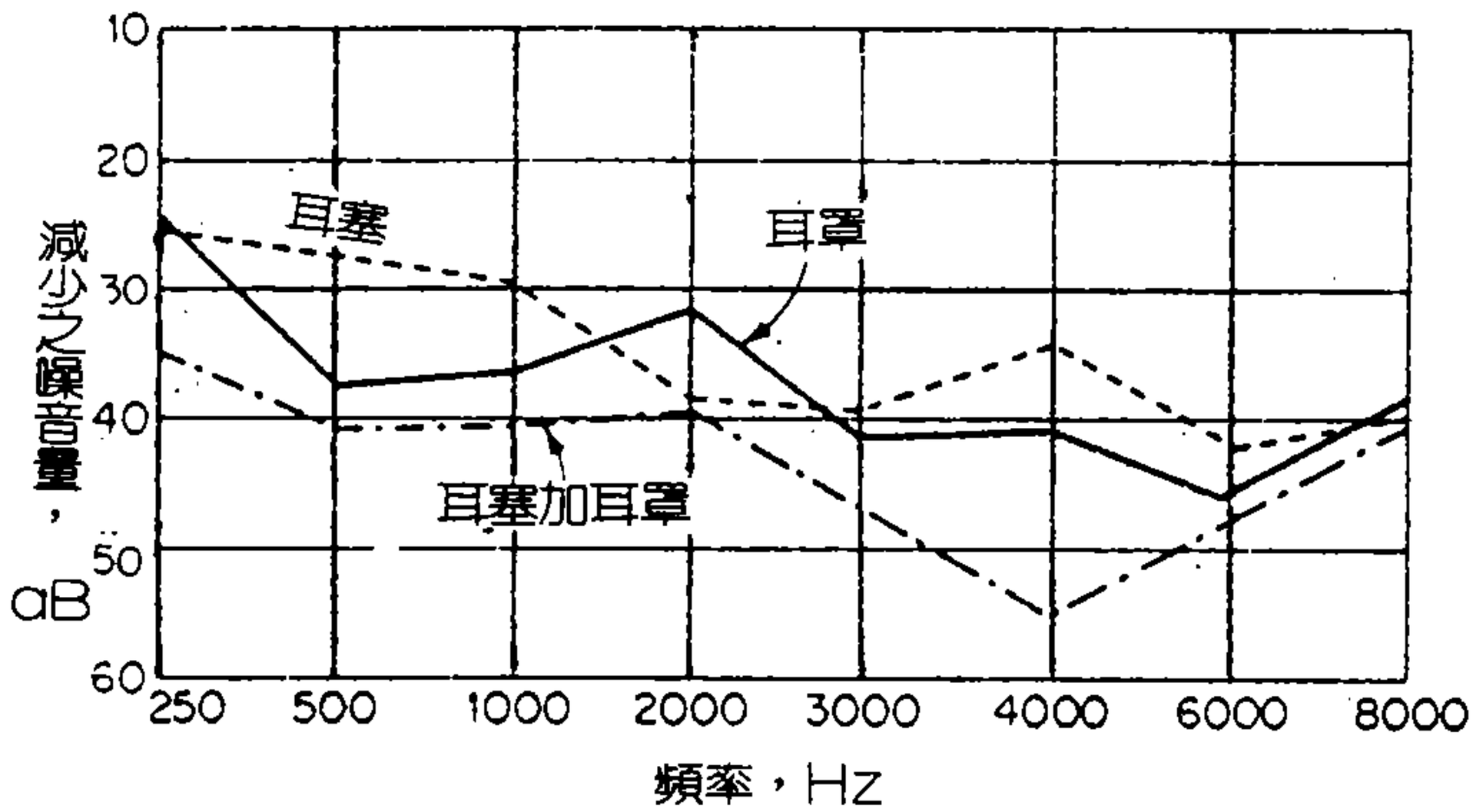


圖 13-12　使用耳塞、耳罩和兩者併用時的保護效果(USAF)

附錄七

長途及長期駕駛之人體工學研究

賴 新 喜

國立成功大學工業設計系暨研究所

中華民國83年8月5日/人因工程與交通運輸安全研討會

1. 汽車 **長途** 駕駛造成身體不適之研究

2. 汽車駕駛者 **長期** 駕駛之身體損傷研究

3. 汽車駕駛區配備對 **預防安全** 之研究

1. 汽車長途駕駛造成身體不適之研究

1.1 問題界定

1.2 研究目的

1.3 研究內容/方法

1.4 研究結果與討論

1.5 結論與建議

問題界定：

鑑於小客車成長率的激增，使用小客車爲主要交通工具的人口逐年激增，並且南來北往交通頻繁，故引起研究長途駕駛對人體產生不良效應的研究動機。

當從事這項問卷的開始，我們需要考慮到幾項問題。

一：駕駛多少距離可定義爲長途駕駛

二：長途駕駛後，在身體那些部份會產生不適的情形。

三：考量人與汽車在整個問卷中所佔的角色與地位。

四：引起身體不適的原因，是否有其他的因素。

在本組對此問題經過分析與了解後，我們將長途定義於160Km的速度下而以100Km/hr到60Km/hr之最高最低限速，因此所費時間以平均時速80Km/hr來說爲2小時，以此爲長途駕駛的定義。

而容易產生不適的位置在經過資料書籍的查詢與探討後，本組將易發生不適的位至予以標出，讓受訪者能夠清楚與容易的回答問題。

接著我們應該衡量汽車在整個問卷中的角色，車內的環境，車種的類型都是我們應該考慮的因素。而人在操作時是否會因不良的習慣與動作而產生身體不適的情形。

問卷設計之目的：

在設計此項問卷的同時，我們深切的感覺到現代人常因長久姿勢固定造成許多文明病。本著解決人類問題的出發點來設計本分問卷。在與受訪者的交流中，我們所需要的資訊將可從其中來獲取。

並且由於汽車座椅的人體工學設計未盡完善在汽車長途駕駛過程中，常因長時間駕駛或因姿勢不良，不良習慣，或因汽車材質不良或人體工學設計不良而造成人體的不適，或酸，或痛，或麻。

因此在整個問卷設計中，為了解小客車的駕駛環境以及使用素材，所對人體造成的影響。因此設計此問卷以獲得以下設計目的。

一：了解駕駛者在長途駕駛後，身體產生不適的情形。

二：藉著了解駕駛者長途駕駛後，對身體的影響後以謀求解決因應之道。

三：了解駕駛環境中位向，位置，尺寸方面的地方以及人性使用傾向的人性化設計

問卷設計之技巧：

問卷內容方面：

就先前界定之題目，分析存在於系統中人機次系統間交互影響，起始以分別了人，機環境爲出發點去找活動之資料及問題潛在因素，首先明確地界定出題目，並朝主題的重要要數去設計

在訪問者方面：

將自己處在受訪者的立場上來設計問卷，以避免受訪者無法確實捉住重點。因此我們可歸納出以下幾點。

一：不以浮濫的內容來獲取所需資料

二：以精緻的問題設計，切中問題核心的直接問答方式，以使受訪者能輕易的回答問題

三：以平實，簡單的語法，適合訪問各階層的人士。

四：以圖表表現的方式，以使受訪者明白的描述不舒服的身體部分，以減低文字上的了解誤差。

五：除了個人資料外，其他問題多以選擇題方式來訪問，以減輕受訪者輸寫上的負擔，並且可以提高受訪者的配合度。

問卷設計之內容：

首先以前言介紹此問卷之目的，性質使受訪者了解並期望提高其配合的意願，而以基本資料欄確認受訪者的生理狀態，及其駕駛環境，以此大致評估在力量施展及伸展動作反應所需時間事前作一粗略估計。而主體內容則更深入問題核心，包括駕駛習慣，長途駕駛的影響，以了解造成身體不適之部位及其程度，以期能了解受訪者駕車時受創的位置及強弱，此間除以封閉式選項並以開放式答案增加資料的深度，廣度。以下分別說明之

一：前　　言：簡介問卷內容及期望受訪者合作

二：基本資料：1.性別：以了解其力量施展，動作

2：年齡：伸展及反應時間之差異

3：身高：

4：汽車的廠牌，車型，C C數，手排或自排以了解駕駛環境好壞，及動作的好壞

三:主題內容:

1:安全帶使用與否,關係駕駛者在某種程度上的動作限制,或可由此可知,除汽車設計外安全帶的設計上亦影想動作的形成及限制.

2:中途是否休息,可以知道造成疲勞甚至創傷,除不良的姿勢亦因長時間的駕駛,超過人體可負荷範圍後才得以形成,因臺灣現實的交通狀況,故將區間分成一小時,一小時以上未滿二小時,二小時以上未滿三小時,三小時以上,及直達目的地

3:訪問受訪者不適部位種類及程度,將人體大致分成十三部份並另外附加一開放答案將整個人體皆涵蓋住

4:以其主觀認定的方式探討造成不適的原因以明瞭除人體工學設計可改善的硬體外,並在人性化設計上克服因不良習性所造成錯誤使用的機率

5:除了可能因硬體及人爲疏失所造成的錯誤外另外加入一變數即疼痛是否純粹是人體工學設計不良抑或因爲受訪者本身個體內在環境所產生變異而造成,如慢性病,關節炎等影響肢體,心理等病變,以避免因特列而造成整個設計方向之錯誤

6:最後以一開放式答案,除了上述問題的純粹探訪人,機變數疾並可幫助設計師思考問題的解決構想方案,因奇來自受訪者,故其在客觀性上比設計師閉門造車更能反映整個消費羣體的需要

汽車長途駕駛造成身體不適之問卷調查

前　　言

您好，我們是成功大學工業設計系學生，目前正從事汽車長途駕駛對身體影響之問卷調查，很榮幸邀請您參與我們的研究，請您回答下列幾個問題；謝謝您的合作.

一：基本資料：

1:年　　齡：__歲

2:性　　別：□ 男 □ 女

3:身　　高：__ 公分

4:駕車幾年：__年

5:您的汽車是_____廠牌_____車型_____排氣量

□ 手排 □ 自排

二：問卷內容：

1: 您有沒有使用安全帶的習慣 □ 有 □ 沒有

2: 您長途駕駛(三小時以上)多久休息 □ 未滿1小時

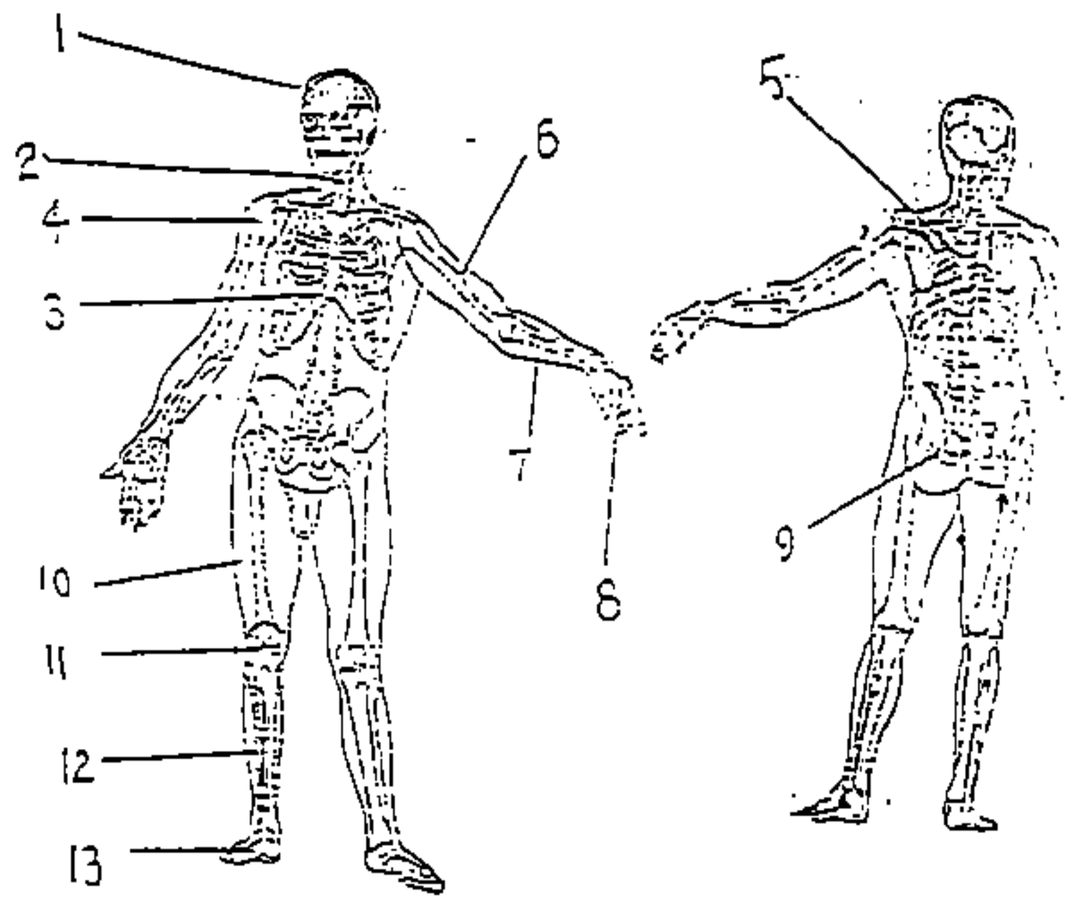
□ 1小時以上未滿2小時 □ 2小時以上未滿3小時

□ 三小時以上 □ 沒有休息直達目的地

3.長途駕駛時，身體感到不適之位置

(請在?欄中打 ，並圈選不適的情形及程度，可複選)

		?	1.輕2.痛3.麻	1.嚴重2.普通3.輕微
1.	頭 部	□	1□ 2□ 3□	1.□ 2.□ 3.□
2.	頸 部	□	1□ 2□ 3□	1.□ 2.□ 3.□
3.	肩 部	□	1□ 2□ 3□	1.□ 2.□ 3.□
4.	背 部	□	1□ 2□ 3□	1.□ 2.□ 3.□
5.	腰 部	□	1□ 2□ 3□	1.□ 2.□ 3.□
6.	上 臂	□	1□ 2□ 3□	1.□ 2.□ 3.□
7.	下 臂	□	1□ 2□ 3□	1.□ 2.□ 3.□
8.	手 掌	□	1□ 2□ 3□	1.□ 2.□ 3.□
9.	骨 盤	□	1□ 2□ 3□	1.□ 2.□ 3.□
10	大 腿	□	1□ 2□ 3□	1.□ 2.□ 3.□
11	膝關節	□	1□ 2□ 3□	1.□ 2.□ 3.□
12	小 腿	□	1□ 2□ 3□	1.□ 2.□ 3.□
13	腳 掌	□	1□ 2□ 3□	1.□ 2.□ 3.□



其他： (請以文字說明)

4.您覺得造成不適的原因(可複選)

□ 姿勢不良 □ 不良習慣 □ 長期駕駛 □ 桌子不良

(如果您選擇桌子不良，請回答第5題，沒有則不用)

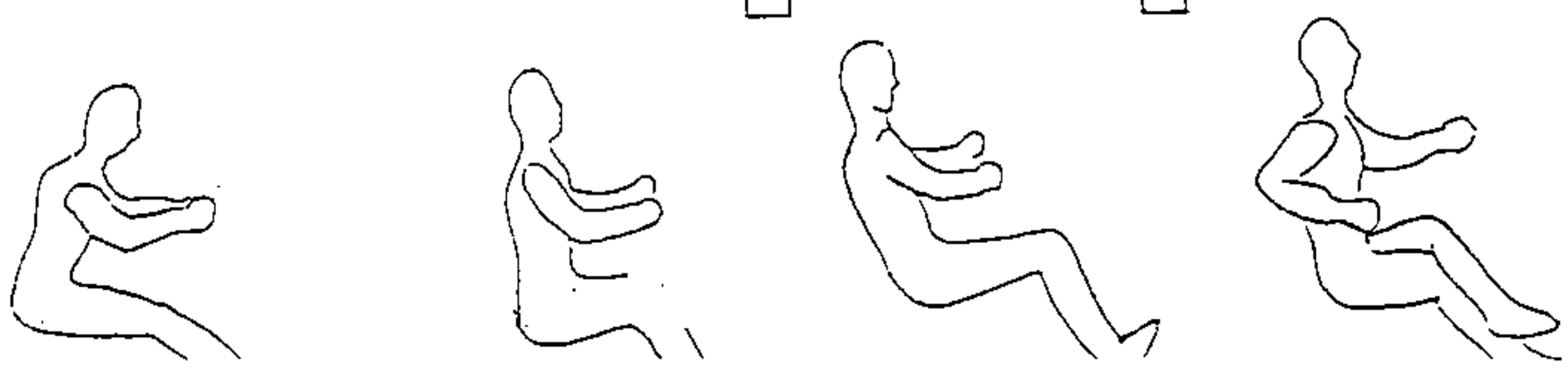
5.您認為您桌子不良情況有那些(可複選)

□ 坐椅不合適 □ 離合器太緊 □ 腳部活動空間太小

□ 各構件(如排檔桿)配置位置不當 □ 其他

6.請選擇您認為最適合您的駕駛姿勢

□ □ □ □



7.不適部位以前是否受過傷害

□ 是 □ 否 (如果是,那個部位___(請填號碼)

8.您是否曾用何種方法,以減輕疼痛

_____

_____

非常感謝您的合作,祝您旅途愉快

數據分析與討論

在分析資料時，我們將問卷依設計的十四部分逐項討論，其中又依造成不適之原因分成／姿勢不良／・／不良習慣／・／長期駕駛／・／車子不良／等四變數，取其比率最高之前兩項討論之，而車子不良的部分，又依技術層的各變因分成／座椅不合適／・／離合器太緊／・／腿部活動空間太小／／各構件配置位置不當／，及其它等項的最高之比例的項目加以討論之在問卷進行後分析其中數據後得到了以下結果

1.頭部：在統計數據後，發現大多數人在長期行駛後，對於不生理不適的原因多歸究於／姿勢不良／：由於駕車時的姿勢爲目視前方，所以相對的，就必需頭部面向前方，在長時間保持此種姿勢的情況下，造成了頭部不適，甚至在問卷中／其它／這個項目中出現了眼睛的不適・頭暈・・・等

同時由於長時間保持同一姿勢　在交換車道時瞬間轉頭看後視鏡的動作，也易造成傷害。／長期駕駛／：此變數即在長時間累計下，疲勞的增加，／車子不良／可分成四變數－但其中以座椅不合適所佔比率最大，而顯不出部份車輛硬頭枕設計之缺失。

2.頸部：此項中，數據指出，大部分不適的成因在於／長期駕駛／長時間的單一姿勢造成肌肉僵硬

爲其原因，／車子不良／原因多爲坐椅的設計上多只考慮腰　　腹的側向支撐而忽略了頭部的包覆支撐。

3.胸部：選擇此項者，在百分比上數字極微。

4.肩部：大多數人都選擇這變數

A．長期駕駛：此項仍爲長時間的同一姿勢而造成的肌肉緊張狀態，而形成之疲勞

B．車子不良：歸于座椅不合適上，同上所述，除了缺乏頭部的支撐外，也沒有肩部的包覆

5.背部：在駕車時，受到壓迫處，面積最大者爲背。

多數人認爲成因在於

A.長期駕駛：背部在長時間接受壓力後，會產生不適的癥狀，如酸痛。

B.較不良：此亦坐椅的設計缺陷，在壓力不平均的狀態下，有的部位不適程度甚爲明顯，如肩胛骨以下，同時坐椅的透風、透氣等也是需詳加考量。

6.上臂：在駕車時，手部的動件中，上臂所承受的責任最大，諸如方向盤的握持、排檔桿的交遠機制…。而受訪者的意見也傾向於

A.長期駕駛：理由亦多爲肌肉的僵化等。

B.車子不良：在座椅不良及各構件配置不當都有很高的比例。

(1) 座椅不良；在許多較廉價的車子上，多沒有中央扶手的設計，在缺乏支撐的情況下造成疲勞。

(2) 各構件的配置不當：如方向盤的位置不良，可調節範圍太小，排檔桿行程太長、音響、冷氣控制不就手……。

7.下臂：無人選擇此項。

8.手掌：除踏板外，其餘控制構件都需經由手掌，故工作量極大。但不適的徵狀多極輕微多數人的選擇為

A.不良習慣：排檔時動作錯誤，長時間握持方向盤。

B.長期駕駛：累積大工作量造成疲勞不適。

9.臀部：支撐全身重量，在駕駛時又不能交換姿勢舒解壓力故極易疲勞。多數人選勾：

A.長期駕駛：長時間的壓迫造成不適。

B.車子不良：座椅不合適及離合器太緊二變數的比例皆高，

(1) 座椅不合適：臀部與坐椅接觸面大，壓力集中在，此若太硬或太軟都不行，此外，通風與透氣性亦重要。

(2) 離合器太緊：在換檔時，離合器下壓時會牽制到髖部肌肉，故亦造成臀部疲勞。

10. 大腿：多數人選填了

A：長期駕駛：坐下時大腿大部分也是靠著坐椅支撐，即亦負擔了部分的體重，在長期駕駛後也會造成不適。

B：車子不良，比例最高者仍為

(1) 座椅不合適，支撐性不足，或太硬應是造成不適之主因。

(2) 離合器太緊，踩離合器的動作牽涉到大腿的肌肉亦多故太緊也會造疲勞。

11. 小腿：三踏板的動作與小腿關係極密切，透過小腿及腳掌才能使行車順暢，故行車時小腿工作量極大。

(A)長期駕駛：小腿工作量大，加以長時間動作，易疲勞。

(B)車子不良：比例最高者有之

(1) 座椅不適合：可調範圍仍不夠大，造成小腿空間不足。

(2) 離合器太緊：造成小腿不適之主因，阻力大，動作費力，故易疲勞。

(3) 腿部空間不足：對於小腿長者，在動作長時間無法舒展時造成不舒服。

12. 膝關節：台灣氣候潮溼，膝關節病變在高年齡層中比率高，故長時間駕車後病變部位的不適有加成之反應，而此項中多數人選勾了：

(1) 長期駕駛：腰部的動作多，相對的膝關節亦有相多的動作，故易疲勞。

(2) 車子不良：比率最高者爲

(1) 座椅不合適：由前大腿及小腿的敘述中可推出此項的原因。

(2) 離合器太緊：亦與前二所述有關。

13. 腳掌：三個踏板與身體的接觸界面爲腳掌，故與外界之交互影響，腳掌多爲受力處。此項目比例最高者仍爲

A：長期駕駛：長時間受到阻力作用，故造成不適。

B：車子不良：其中離合器太緊比率最高，其他項目比例過低故不予討論。

(1) 離合器太緊：離合器太緊故阻力大，在動作時須以更大力量克服之，腳掌在動作中受到很大的壓力，造成不適。

14. 其他：他包括腰、腳踝及眼睛：

腰：座椅包覆性不足。

踝：離合器作動時所牽涉之關節，故易疲勞。

眼睛：長時間凝視前方故造成眼睛酸痛。

抽樣計劃：

當我們完成問卷設計之後，接下去便是訪問的工作，尋找適合這次問卷的樣本母群。當我們一開始規劃我們的設計計劃時，我們先考慮到以下幾

點問題：

1. 在那些地點可以尋找到所需的樣本群？
2. 在什麼時間去訪問樣本群，才能獲得配合？
3. 需要什麼樣的工具來配合？
4. 在訪問當中將會遇到哪些變數，並尋找解決之道。
5. 應考慮抽樣地點之差異性。

在我們考量這些問題之後，我們列出我們將去抽樣的地點。

1. 學校停車場。
2. 火車站前。
3. 高速公路休息站。
4. 各地加油站。
5. 各地之停車場。

抽樣方法：

因爲我們的題目爲汽車長途駕駛對身體之損傷，故在抽樣時，我們將儘量以即時已造成若干效應的樣本爲主期能獲致客觀結果，故在120份問卷中，將80份問卷在高速公路的休息站上進行。當然，在車主疲累時進行調查訪問，確實在配合意願上或多或少會有所降低，但大部分的車主仍願意配合，確實填寫問卷，實難能可貴。

又在其他地點進行調查時，因無立即的效應，故在訪問時所耗用時間較長。

另在男女比例上，因女性駕駛者日增，故亦將

女性駕駛人列入考量，其中約有20份樣本爲女性。

總之，在抽樣調查訪問時，要多考慮以下數點：

1. 客觀性：盡量讓受訪者排除己身之主觀因素。
2. 時間性：例如在加油站時，加油時間並不長，故需快速進行，以免造成填寫意願不良形成無效問卷。
3. 樣本比例：依駕駛者的男女比例分配問卷數目，以免結果傾向任何一方之需求。

●結論：

(1) 由問卷上的數據分析後可知在安全帶使用與否上所占比例分別爲65%及35%，而使用安全帶時，受訪者均表示在動作上多少都有妨礙，故在安全帶在設計時應多考慮與動作之協調性。

(2) 而長途駕駛休息時間上多數人都在2小時以上未滿三小時及未休息直達目的地，這可能與路程長短及高速公路上休息站之分布有關，除了建議駕駛者在長期駕駛時多次休息外應建議高公局在休息站的建立上多以駕駛人體能負擔能力之內去安排設置。

(3) 在長期駕駛後明顯顯示生理不適現象者有頸部、肩部、臀部、腿部等，與變數結合後，可知成因多源於長期駕駛及車子不良，而車子不良的情形又多發生在坐椅的不合適及離合器太緊，故在考慮改良汽車時應在此二方面著手去改變，如增加

座椅可調範圍及機械構件上阻尼之設計，例如現有的速度感應動力方向盤，及多向調整座椅及傾覆性高之跑車座椅等。

(4) 在選擇最適合之駕駛姿勢時比例最高者爲②及③可知一般之駕駛姿勢，在改進座椅再細加考慮可得更進一步的資料，而④的姿勢全爲自排車主選擇故可知此姿勢在可了一踏板後，另一隻腿有更大的活動空間，在消除疲勞上有某程度上之貢獻。

(5) 在詢問改進方法時，受訪者所表示的方法可分爲

A. 精神上疲勞之消除：有休息、換駕駛者、延長休息時間、抽煙、唱歌、訂定一目的地等。

B. 肉體上疲勞之消除：在車內做簡單伸展活動，如甩頭、甩手動腳、移臀、按摩、腰墊子等。改開自排車、冷敷、塗抹藥物、整座椅、腰部靠墊、頭部靠墊、增設中央扶手支撐、脫鞋及看病等。

綜合以上，可得一初步之車體內人體工學之改良及高速公路上硬體之改善，在以後進行整體人體工學改善時可得一初步之建議。

建議：

整個作業進行下來從數據上可得到一簡單概念：在汽車駕駛過程中，對人體傷害最大的莫過於長期駕駛及車子不良，故在人體工學的考量上，應建議駕駛人在長途行駛時多在休息站休息，恢復疲勞後

三上路，以免因疲勞造成身體損傷甚至因此而釀成大禍。

而關於車子不良這一項，座椅的人體工學設計、離合器的阻尼設計、腿部活動空間。以及各構件的配置位置都需詳加考慮。

在座椅的人體工學上可利用人體工學上人體的資料，考量生物力學上的效應建立一人體模型，以最大多數人的人體尺寸加以考量，儘量減低造成不適部位的人數、不適的程度。

而離合器的設計上，針對開車女性日多的情形下，除了自排車外，手排車的離合器須考慮女性與男性在力量、持久力上的差異，如此才不致產生了女性不適的產品出現。

腿部空間的不足，除了加大汽車的內部空間外，就是在座椅調整範圍上去解決，如加大座椅可調整之行程。

各構件的配置位置，此項則須以複雜的人體工學模型上人體尺寸的差異性去考量儘量以能符合大多數人活動所能及為佳。

綜合以上可得一概括的人體模型，若欲得到一明確的人體尺寸則需在多次的試驗，設法求出最精確的尺寸，根據該尺寸再去做設計。

問卷訪問辛酸史

這一次的問卷設計作業，對我們而言，是第一

次的經驗。有人說：「第一次眞好」。但對我們來說，在訪問樣本時的過程中，我們感受到人與人之間的冷漠感，人與人之間的不信任。而同時，我們也體驗到一個人存在於社會，非僅僅依靠個人的力量就能達到我們需要的目標，眾人的幫助與關懷，才是我工作之所以成功之主要關鍵。我們可以從幾方面，簡略敘述這次問卷訪問的經驗得失：

踏出訪問的第一步：

當我們到達訪問的地點，要展開工作，最困難的是如何走向接受訪問的人。一方面要克服心中靦腆的心情，這一步對訪問工作是最重要的部分，當走出這一步，接下來工作就水到渠成。

進入訪問的階段：

當我們向接受訪問的人表明我們的目的後，有些人會很熱情得接受訪問，但有些人只是頭也不甩得離開，如果遇到這種仁兄，對我們的士氣是一大打擊。在訪問的時段中，我們通常以誠摯的口訪，耐心地向接受訪問的人細細說明，深怕他在辭意上有所不明白，而答非所問。最令人傷心的是有些人心不甘情不願的回答你的問卷，當你發現他快速回答完你的問卷後，本想好好慶祝一番，卻發現他都只答他認爲他懂的部分，對於他認爲不懂或麻煩的部分，他都略而不答，卻不知問我們，這種現象眞是爲人所氣結。

附錄八

2 汽車駕駛者長期駕駛之身體損傷研究

2.1 前言問題界定

2.2 研究內容/方法

2.2.1 人一車界面之問題與傷害

2.2.2 駕駛者身體損傷部位

2.2.3 使用者環境

2.3 統計分析與結果討論

2.4 結論與建議

前　　言

從二十世紀汽車發明之後，到現今的二十世紀末，短短一世紀內汽車已遍及整個世界，而當汽車再度充塞街道時，一些問題也接踵而至。而這些問題一一落在業界身上，當業界在既有的市場上想去拓展時，各種駕駛者與汽車之間；也就是駕駛者對汽車的感應，就成了最重要的關鍵。於是安全氣囊、ＡＢＳ防鎖死煞車系統…等一一出現。而長期駕駛所造成的影響，卻沒有被好好考量；因此我們針對此弱點去作問卷，希望能對汽車業界有所助益，也給他們一個刺激的動因，去爲人類做更完善的努力。

題目界定

鑑於日前交通事故頻繁，因此深入了解探討汽車駕駛者與駕駛環境之間，所可能對駕駛者造成傷害進行研究。因此將題目界定於汽車駕駛者長期駕駛狀況下所可能對駕駛者之傷害報告調查。

一、摘要

1.此報告旨在探討，汽車內部人機界面在長期操作後，相關人體安全之問題。

2.首先強調出問卷報告之目的。

3.分析現有資料以設計問卷內容。

4.重點在於控制抽樣計劃中，群體分層的變數。

5.接著提出人體受傷分析之研究結果。

6.導引國內汽車業者設計內裝時，可採用之人機安全資料。

二、調查目標

1.了解駕駛者，容易受傷之部位與方式。

2.了解汽車內控制單元，造成傷害之程度。

3.了解駕駛習慣對於人體可能造成的影響。

4.了解不同行駛區域和人體損傷部位的關係。

5.提供駕駛上安全之改進建議。

問卷內容設計說明：

1．基本資料

（1）性別：針對男女之間，所駕駛觀念、身理構造、心理態度…等各方面均有所差異存在，故須將男女性別分開以便統計討論與研究。

（2）年齡：常期駕駛者有其不同之年齡分佈層，故以十年爲一單位以便討論在不同年齡層其身體傷害之差異

（3）身高、體重：駕駛者有其不等之身高體重，由此項資料可助研究結論中分析出最適之環境予以駕駛者以減低傷害之可能性。

（4）職業：因爲職業之不同而可能影響駕駛者之駕駛習慣，所以列入基本資料爲結論考慮因素之一。

（5）駕駛經驗：影響駕駛者身體傷害之重要因素之一。

（6）車型：不同之車型有不同之駕駛環境．

2．人－車界面之問題與傷害

（1） 視覺傷害

a 觀看後視鏡：可能因鏡面反光或角度不良造成頸部或視覺之傷害．

b 觀看儀表板：汽車內光線不佳，於儀表板觀看不清，可能造成視力之減退．

c 觀看側視鏡：視力減退或視弱．

d 其他：視覺傷害可能有其他種之傷害而未提及故留此欄予受測者提供意見．

（2）聽覺傷害

a 車外噪音：市區內或工業區或快速行駛時車外之噪音長期下可能造成聽覺之傷害．

b 車內噪音：車型不同而因機械運轉造成之噪音可能造成之聽覺傷害．

c 其他：聽覺傷害可能有其他種之傷害而未提及故留此欄予受測者提供意見．

（3）觸覺傷害

旋轉方向盤：　1 駕駛者方向控制之必要動作．

2 隨方向盤之不同和路面不同而有

不同之動作．

3 長期駕駛下不同之動作則造成身

體某些部位之傷害．

踩油門：　1 駕駛者方向控制之必要動作．

踩離合器：　2 位置配備之不同而造成不同施力和

踩煞車：　感受．

3 長期不良之動作和施力下則可能

造成駕駛者身體之傷害．

拉手煞車：　1 隨方向位置施力不同長期駕駛下

操作排檔桿：　造成身體某些部位之傷害．

調整座椅前進後退：　1 車內某些駕駛機構可能

調整座椅傾斜角度：　對手或姿勢造成之傷害．

操作方向桿：　1 車內某些駕駛機構可能對手指

繫安全帶：　或姿勢造成之傷害．

調整汽車音響：　2 車內某些駕駛機構可能對手肘

或姿勢造成之傷害．

3 車內某些駕駛機構可能對手臂

或姿勢造成之傷害．

操作車內燈：　1 車內某些駕駛機構可能對手指

調整後視鏡：　或姿勢造成之傷害．

調整側視鏡：　2 車內某些駕駛機構可能對手指

或姿勢造成之傷害．

3 車內某些駕駛機構可能對手臂

或姿勢造成之傷害．

開車門：

捲車窗：

日期　　編號

國立成功大學工業設計學系
人體工學特殊問題研究問題調查

您好！我們是成大工設系的學生，為了深入了解汽車駕駛者長期駕駛所可能引發的身體損傷的問題而設計此問卷，希望您能詳細回答以下之問題，謝謝您的合作！

壹　駕駛者基本資料：

1．性別　□男　□女

2．年齡　□20～29歲　□30～39歲　□40～49歲
　　□50～59歲　□60歲以上

3．身高_____　體重_____

4．職業_____

5．駕駛經驗_____年

6．所駕駛之車型_____　□自排　□手排

貳、人：車界面之問題與傷害

請選擇出在操作以下動作時，最易造成身體傷害的部位

1．視覺傷害（可複選）

□觀看後視鏡　　□觀看儀表板

□前後擋風玻璃　　□觀看側視鏡

□其他_____

2．聽覺傷害（可複選）

□車外噪音　　□車內噪音

□其他_____

3．觸覺傷害（可複選）

□旋轉方向盤　　□拉手煞車

□踩油門　　□踩離合器

□踩煞車　　□操作排檔桿換檔

□調整座椅前進後退　　□座椅姿勢

□調整座椅背傾斜角度　　□操作車內燈

□操作方向燈桿　　□調整後視鏡

□繫安全帶　　□調整側視鏡

□調整汽車音響　　□捲車門

□開車門　　□其他_____

三　駕駛者身體損傷之部位

15

將身體可能受損之部位列出，于測試者清楚標出。

四　使用者環境

（1）衣著：不當之衣著可能影響操作。如鞋子不同對煞車操作系統感受力亦不同。

（2）駕駛習慣：不良或不當之駕駛習慣可能造成駕駛者對汽車駕駛操縱之不便，而對身體有所損傷。

（3）平常時速：對身體損傷之關係，用來當參考用以了解駕駛者平常時速。

（4）開車區段：以了解不同路況如市區、村道、高速公路對駕駛者可能之影響。

（5）使用安全帶：使用者基本環境描述，是否對身體損傷有所影響。

五　意見欄

了解測試者對此問卷有何意見或感想以作爲參考用。

參　駕駛者身體損傷部位：（可複選　（請在□內打 v）

□A．頭部　　最重 □ □ □ □ □ 無傷害

□B．頸部　　最重 □ □ □ □ □ 無傷害

□C．胸部　　最重 □ □ □ □ □ 無傷害

□D．上臂　　最重 □ □ □ □ □ 無傷害

□E．下臂　　最重 □ □ □ □ □ 無傷害

□F．大腿　　最重 □ □ □ □ □ 無傷害

□G．小腿　　最重 □ □ □ □ □ 無傷害

□H．背骨　　最重 □ □ □ □ □ 無傷害

□I．腎部　　最重 □ □ □ □ □ 無傷害

□J．手指　　最重 □ □ □ □ □ 無傷害

□K．腳踝　　最重 □ □ □ □ □ 無傷害

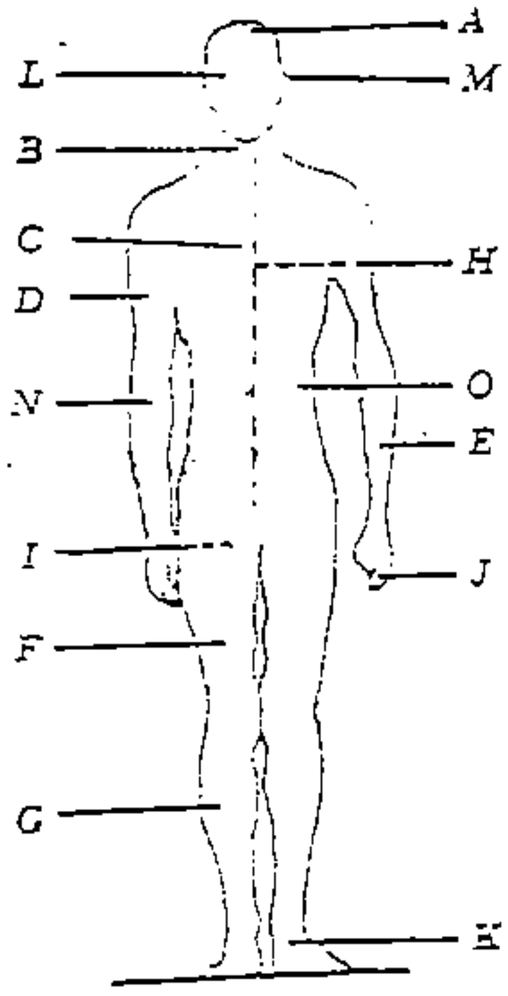
□L．眼睛　　最重 □ □ □ □ □ 無傷害

□M．耳朵　　最重 □ □ □ □ □ 無傷害

□N．手肘　　最重 □ □ □ □ □ 無傷害

□O．腹部　　最重 □ □ □ □ □ 無傷害

□P．其他＿＿＿＿＿＿　　最重 □ □ □ □ □ 無傷害



肆　使用者環境：

1．衣著習慣　□居家便服　□正式服裝　□休閒服裝

□其他＿＿＿＿＿

2．駕駛習慣　□吃零食（檳榔）　□喝飲料　□抽煙

□其他＿＿＿＿＿

3．平常時速　□40km／hr以下　□40～60km／hr

□60～80km／hr　□80～100km／hr

□100km／hr以上

4．開車區段　□市區　□市郊　□鄉村　□高速公路

□其他＿＿＿＿＿

5．繫安全帶　□一定使用　□經常　□偶而　□從未使用

伍　意見欄：

＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

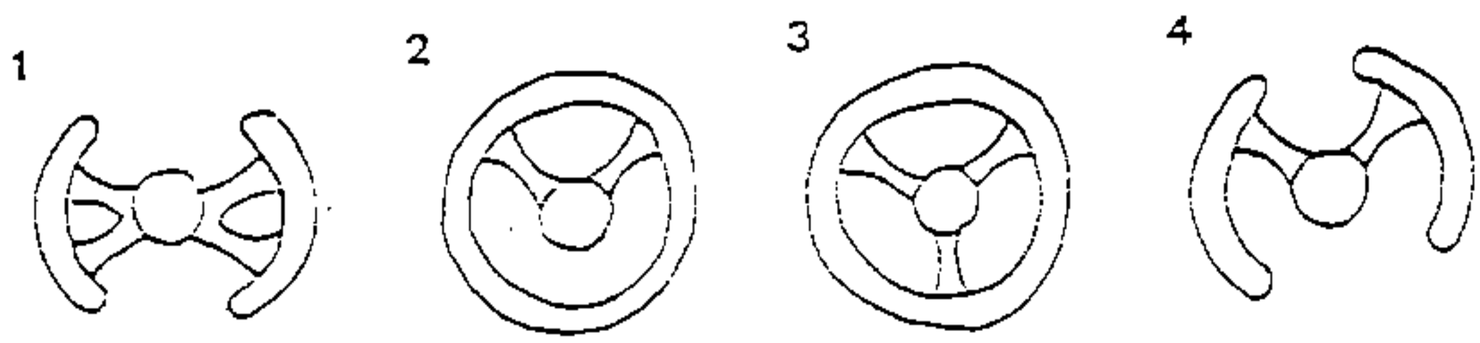
再次感謝您的合作！

汽車內裝操作儀器之型式

1.請選擇出在操作下列各控制器時，最易之程度（單選）

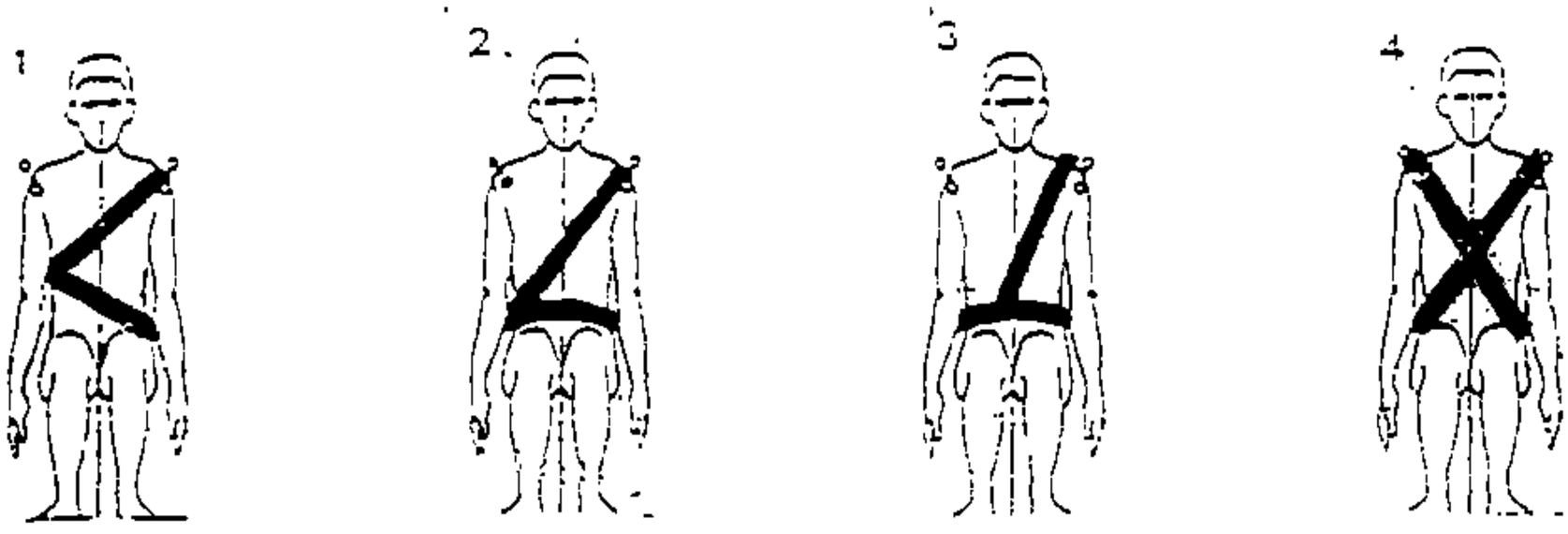
2.請選擇出下列何者最可能在操作時，對人體造成損傷（單選）

方向盤



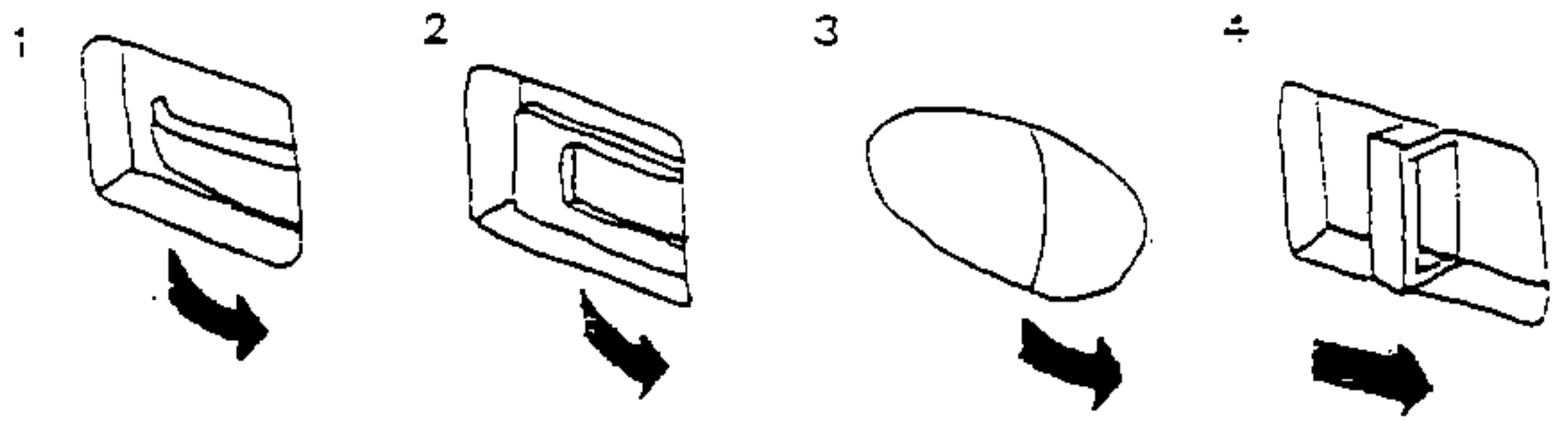
易	□ 1	□ 2	□ 3	□ 4
難	□ 1	□ 2	□ 3	□ 4
可能	□ 1	□ 2	□ 3	□ 4

安全帶



易	□ 1	□ 2	□ 3	□ 4
難	□ 1	□ 2	□ 3	□ 4
可能	□ 1	□ 2	□ 3	□ 4

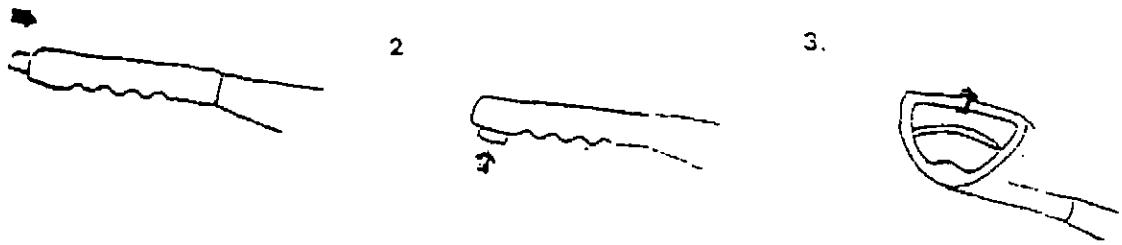
車門開關



易	□ 1	□ 2	□ 3	□ 4
難	□ 1	□ 2	□ 3	□ 4
可能	□ 1	□ 2	□ 3	□ 4

手煞車

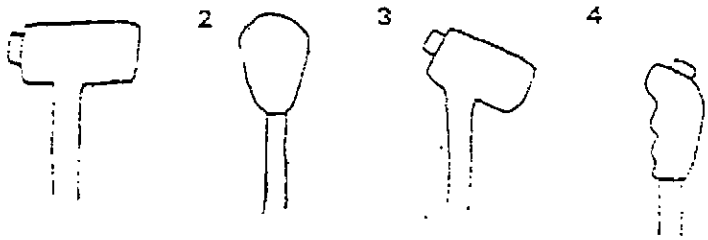
1 2 3.



易	□ 1	□ 2	□ 3
難	□ 1	□ 2	□ 3
可能	□ 1	□ 2	□ 3

非常棒

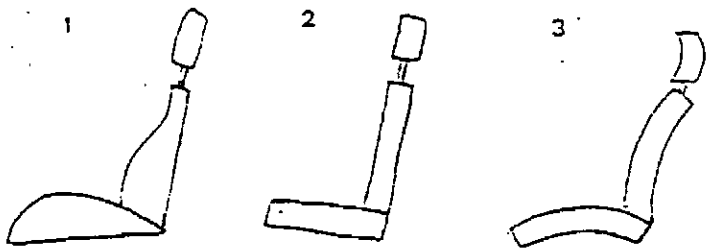
1 2 3 4



易	□ 1	□ 2	□ 3	□ 4
難	□ 1	□ 2	□ 3	□ 4
可能	□ 1	□ 2	□ 3	□ 4

座椅姿勢

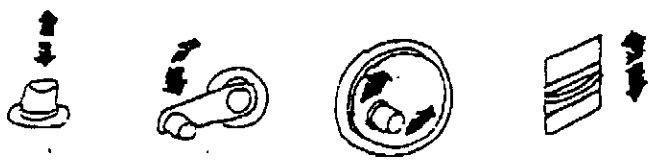
1 2 3



易	□ 1	□ 2	□ 3
難	□ 1	□ 2	□ 3
可能	□ 1	□ 2	□ 3

車窗開關

1 2 3 4



易	□ 1	□ 2	□ 3	□ 4
難	□ 1	□ 2	□ 3	□ 4
可能	□ 1	□ 2	□ 3	□ 4

四、抽樣計劃與方法

1.樣本數：100份

2.問卷時間：81年12月(開始)～82年1月(回收)

3.問卷地點：以大台南地區（台南市、永康鄉）各停車場、計程車招呼站，等，進行實地調查。

4.範圍：①以計程車與自用小轎車為主。

②殘障者不予考慮。

③男女比例以男性為主。

5.樣本特性：①性別：男 90份 女 10份。

②年齡：20～29歲・30～39歲・40～49歲・50～59歲・60歲以上，三級。

③身高：男 160公分以上・160公分以下，二級

女一級

④職業：勞動級40份，知識級30份，白領級20份，其他 10份。

⑤駕駛經驗：10年以下・10年～20年・20年以上，三級。

⑥駕駛車型：隨樣本而定。

六、統計分析

1.基本資料統計

(1)

	男性					女性				
年齡	20-29	30-39	40-49	50-59	60-	20-29	30-39	40-49	50-59	60-
人數	14	36	32	18	0	0	9	1	0	0
身高	平均 169.52 (160以上 62人 160以下 28人)					平均 158.8				
體重	平均 67					平均 52				
駕駛經驗 人數	-10 52	10-20 53	20- 5			-10 10	10-20 0	20- 0		
駕駛車型	福特:20 國產:15 裕隆:25	可樂那:10 紳寶:5 TOYOTA:10	三菱:10 富士:5							
	自排:43 手排:57									

(2)

視覺傷害：最看側視鏡而損傷者，推其原因為常左右顧看造成頸部不適.

註：其他者佔大多數為無受傷害.

(3)

聽覺傷害：以車外噪音造成損傷為主，其原因為在吵雜市區內行駛且多數駕駛者無關窗之習慣.

註：其他者同上.

(4)

觸覺傷害：就1.2.3.項目提出加以討論

最繁之項目最多數其原因可藉手腕操作扭轉頻繁（市區內）

頻繁：佔第二位，大部份因長期坐姿造成腰椎酸痛.

最盤：佔第三位3個時間太長而壓迫到部造成酸痛.

數向勢盡：佔

大方支全

傷轉向方

損旋座整

4. 開關位置設計不良：操作位置不當，三不易操作。
5. 位置三：車門很大。
6. 操作桿高時太高：外形不適合手部操作。
7. 拖車圈：不好轉不好施力。

(5)

嚴重部位：

"嚴重"至"無傷害"中間分為五級，以其嚴重程度分其加權數，總合為一

1. 0.50級－無法動作重傷情況。
2. 0.30級－難以行動。
3. 0.12級－動作有痛的感覺。
4. 0.05級－有酸疼麻木之感覺。
5. 0.03級－輕微不舒服。

加權後之得點數，得點愈多，代表駕駛汽車時，此部位損傷之頻率與程度愈高，反之則愈低，故從統計結果得知：腰部、手肘、小腿、脊椎、下腹胸部，得點最多。

(6)

使用者環境：

1. 衣著習慣上：直接關係，而與其職業較有關係。
2. 駕駛常時間慣：專由市與：無較小。
3. 平開車安全帶：關係。
4. 緊急時間：傷率出。
5. 駕駛結構設計內部：損機找大。
6. 裝駕駛座：受傷法較關。
7. 服心統區：所損無傷有。
8. 型式者果覺痛：與其尚損最。

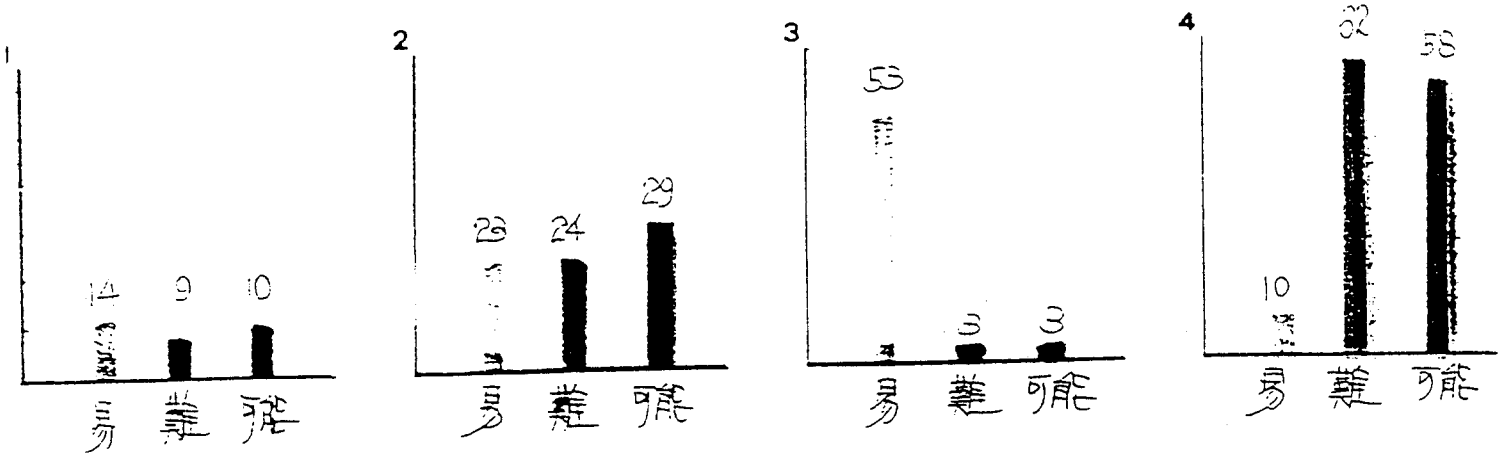
(7)

汽車內裝操作儀器之型式：

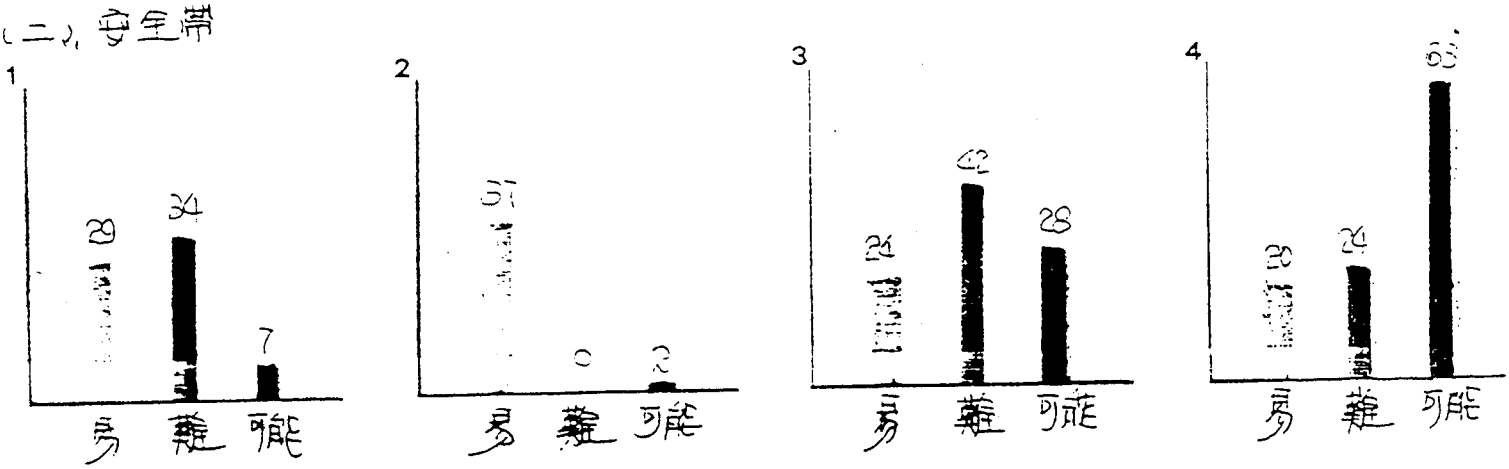
以市場上現有型式加上本組之改進構想，以供測試者選擇，便於統計探討儀器型式與駕駛者偏好方向的掌握，減少人體之損傷。

1. 大部份最難操作的儀器為最可能造成損傷之形式。
2. 一般人偏向一般形式不易接受新式。

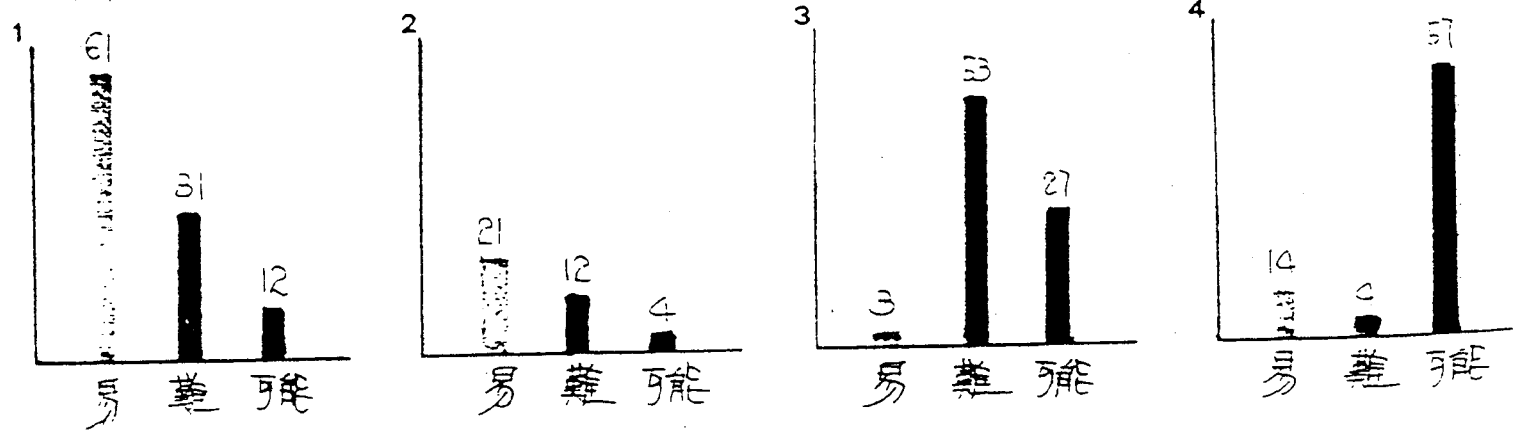
(一) 方向盤



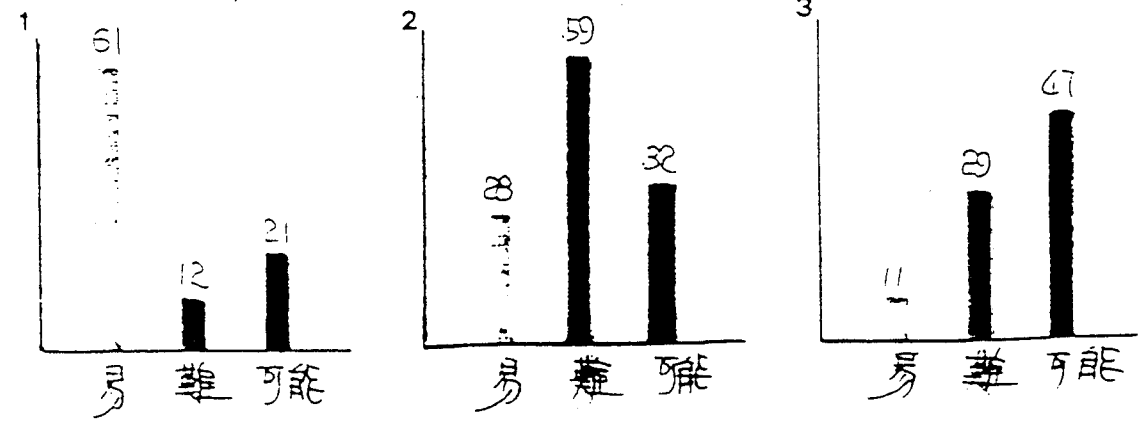
(二) 安全帶



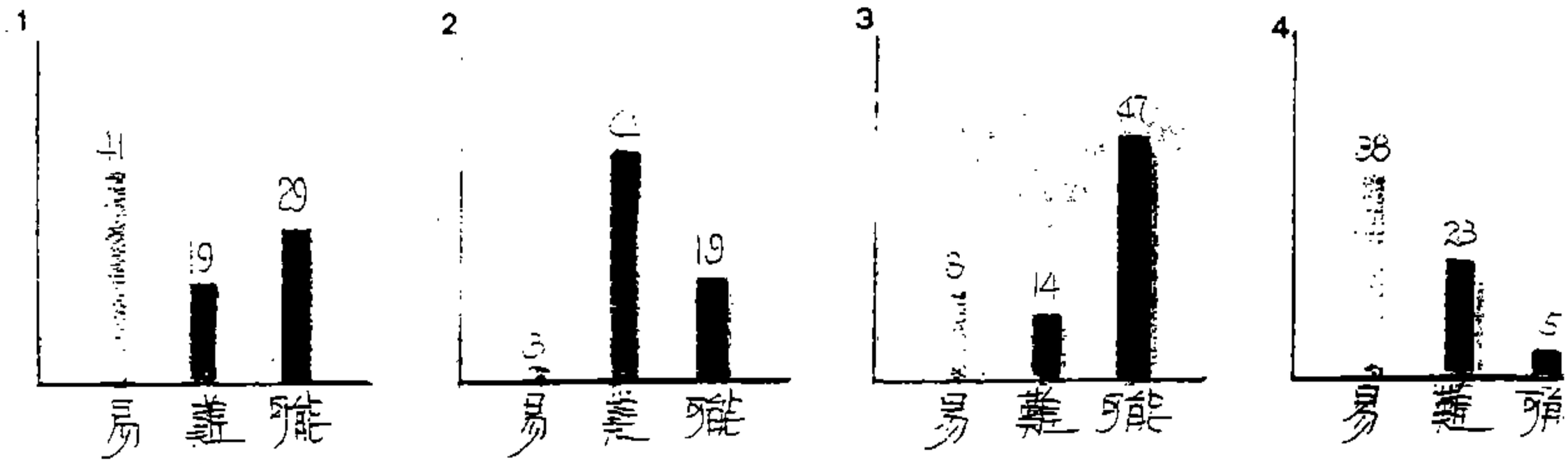
(三) 車門開關



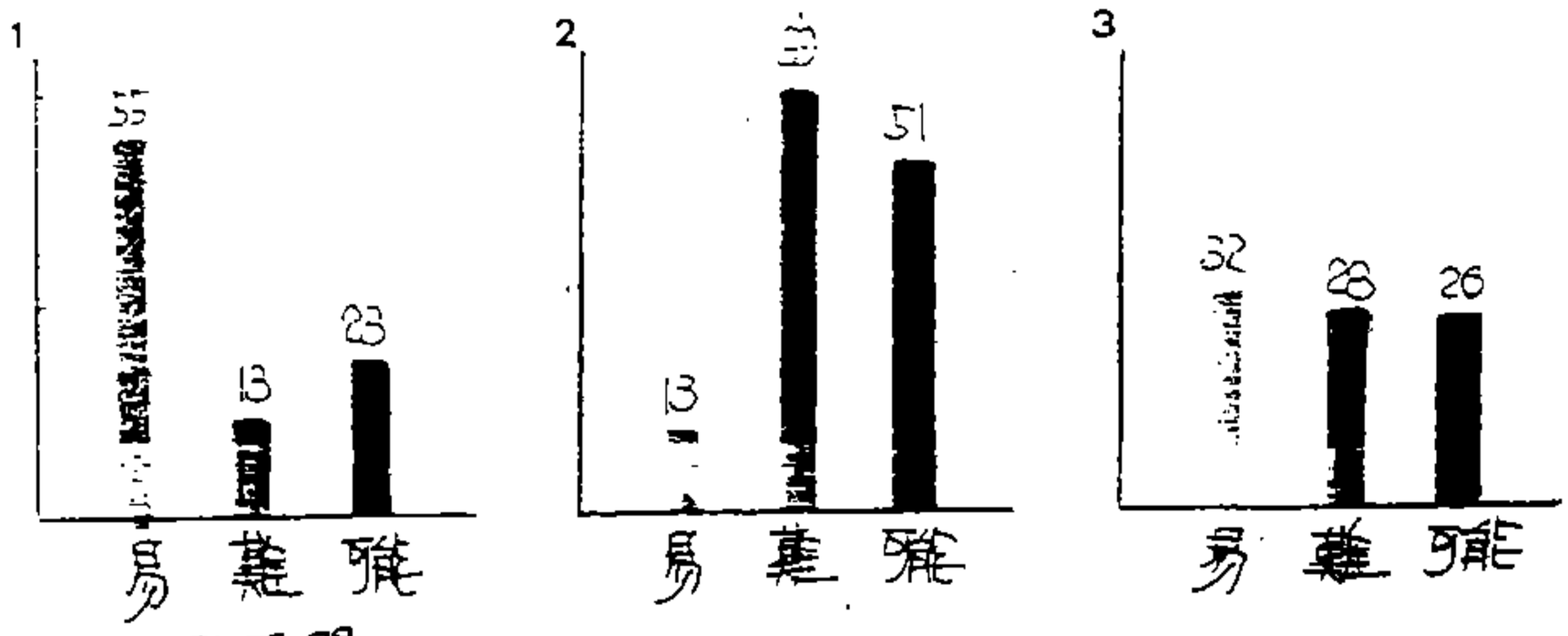
(四) 方向燈



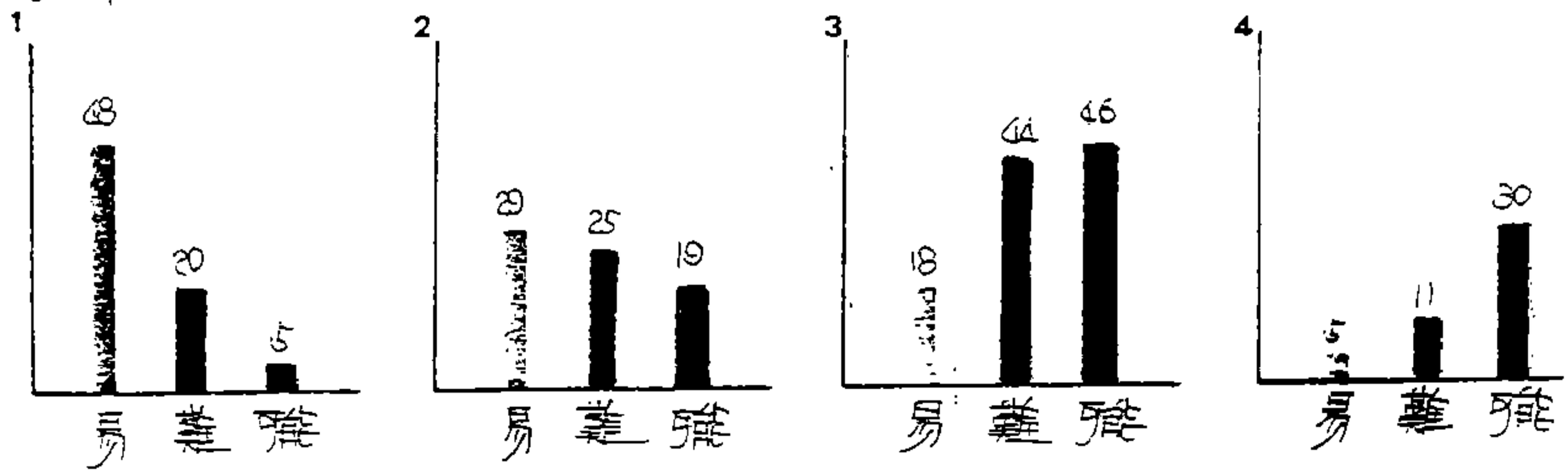
(五) 接續詞



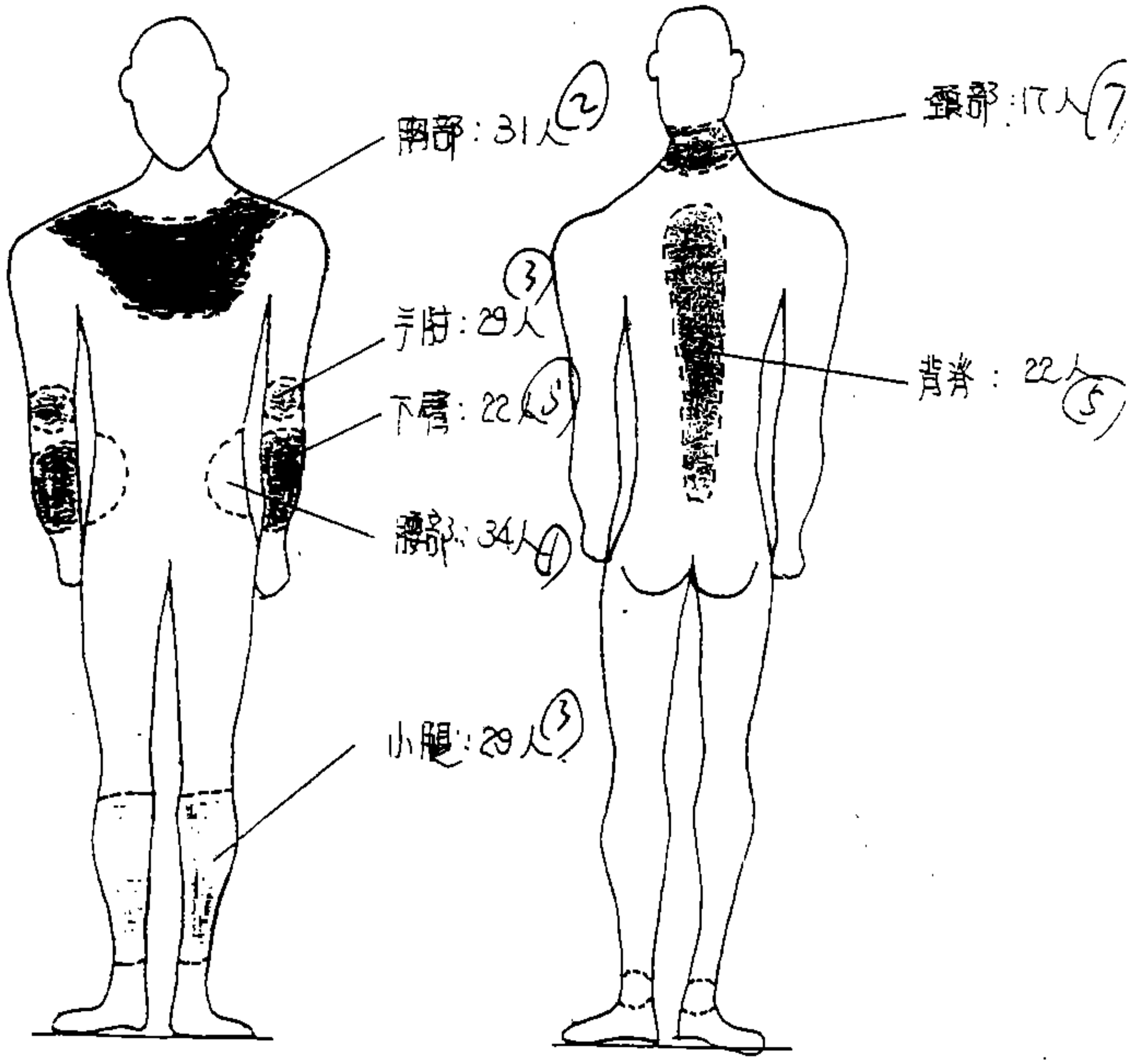
(六) 連詞姿勢

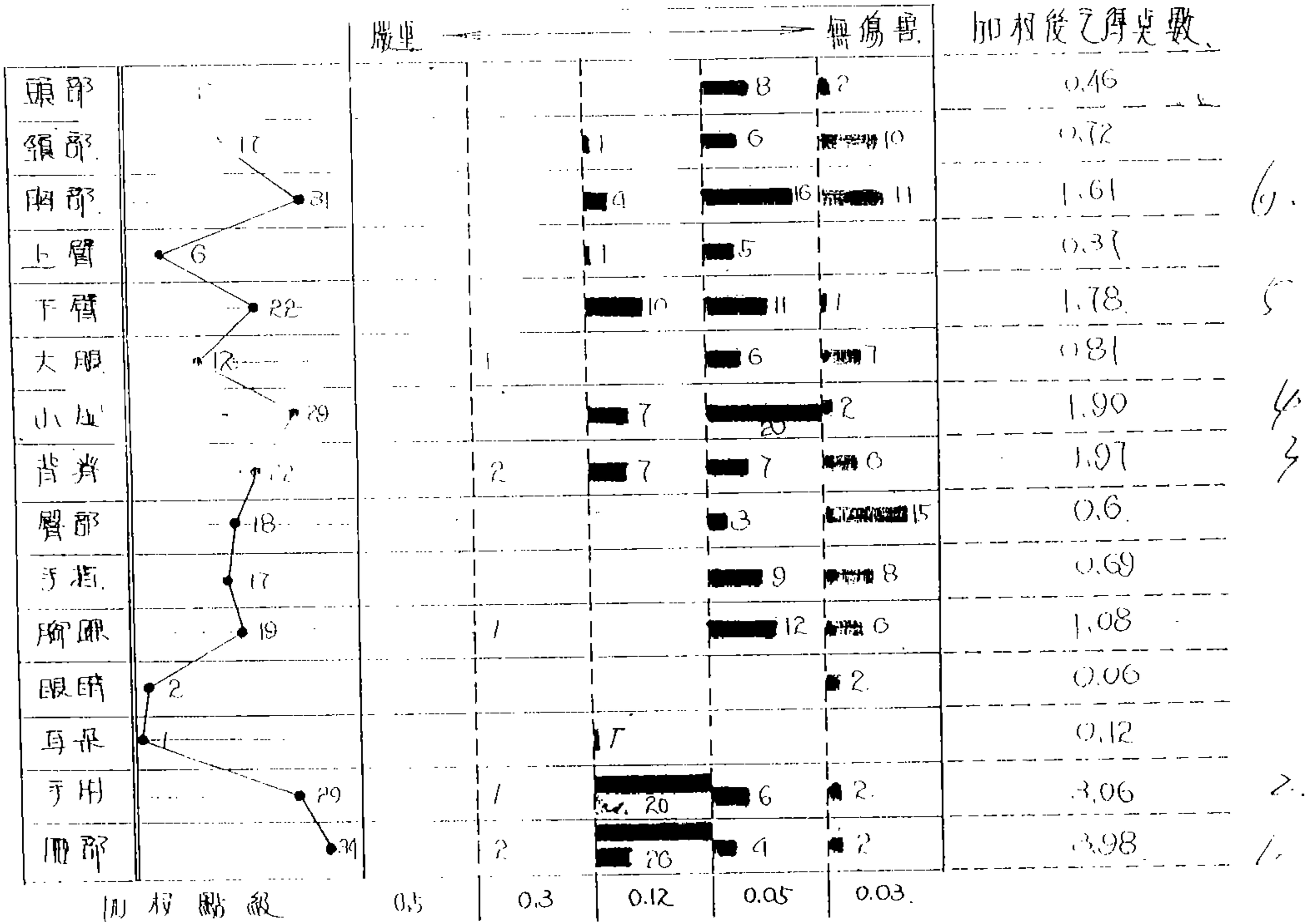


(七) 連詞關係

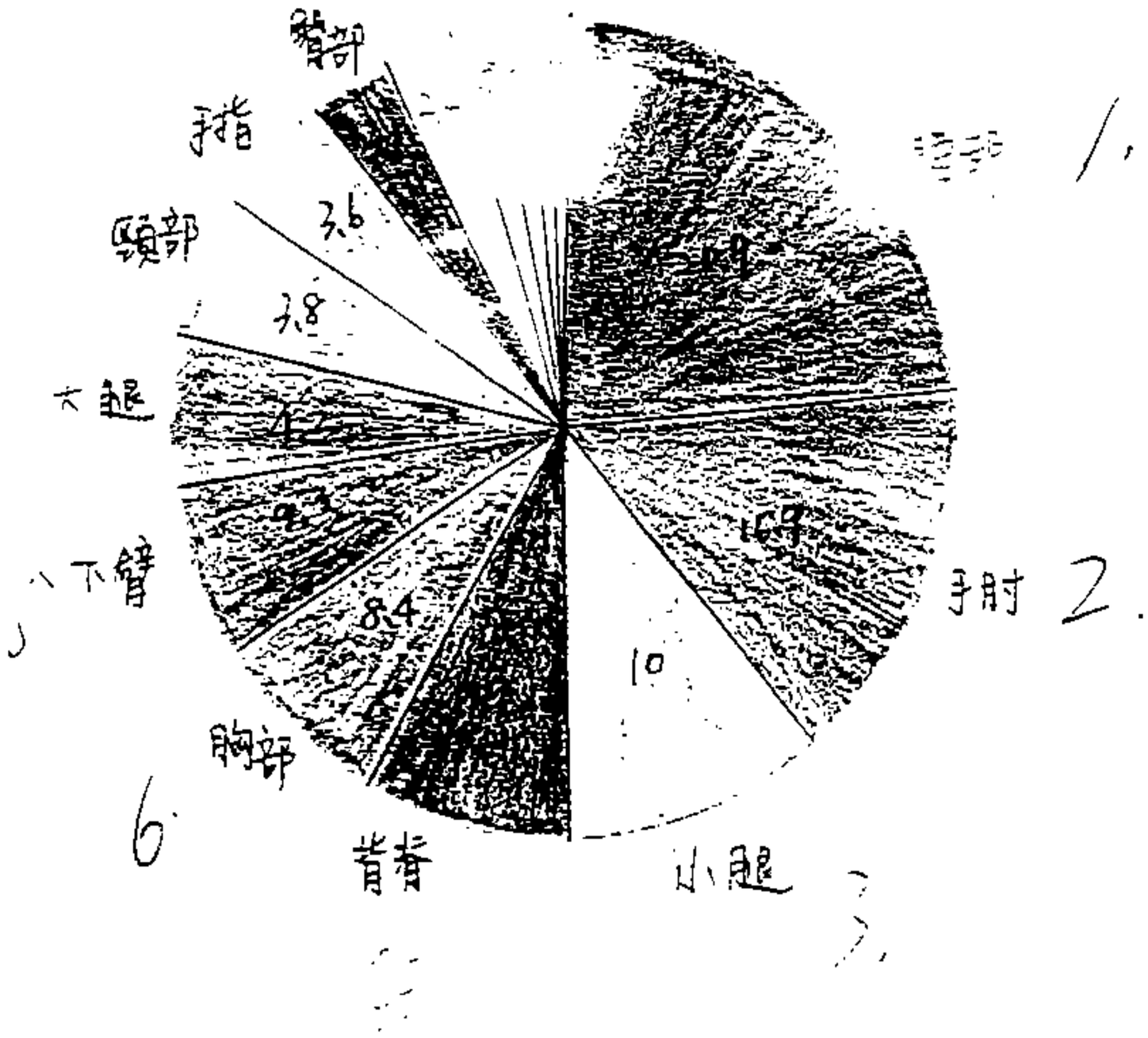


駕駛者身体損傷部位分部圖.

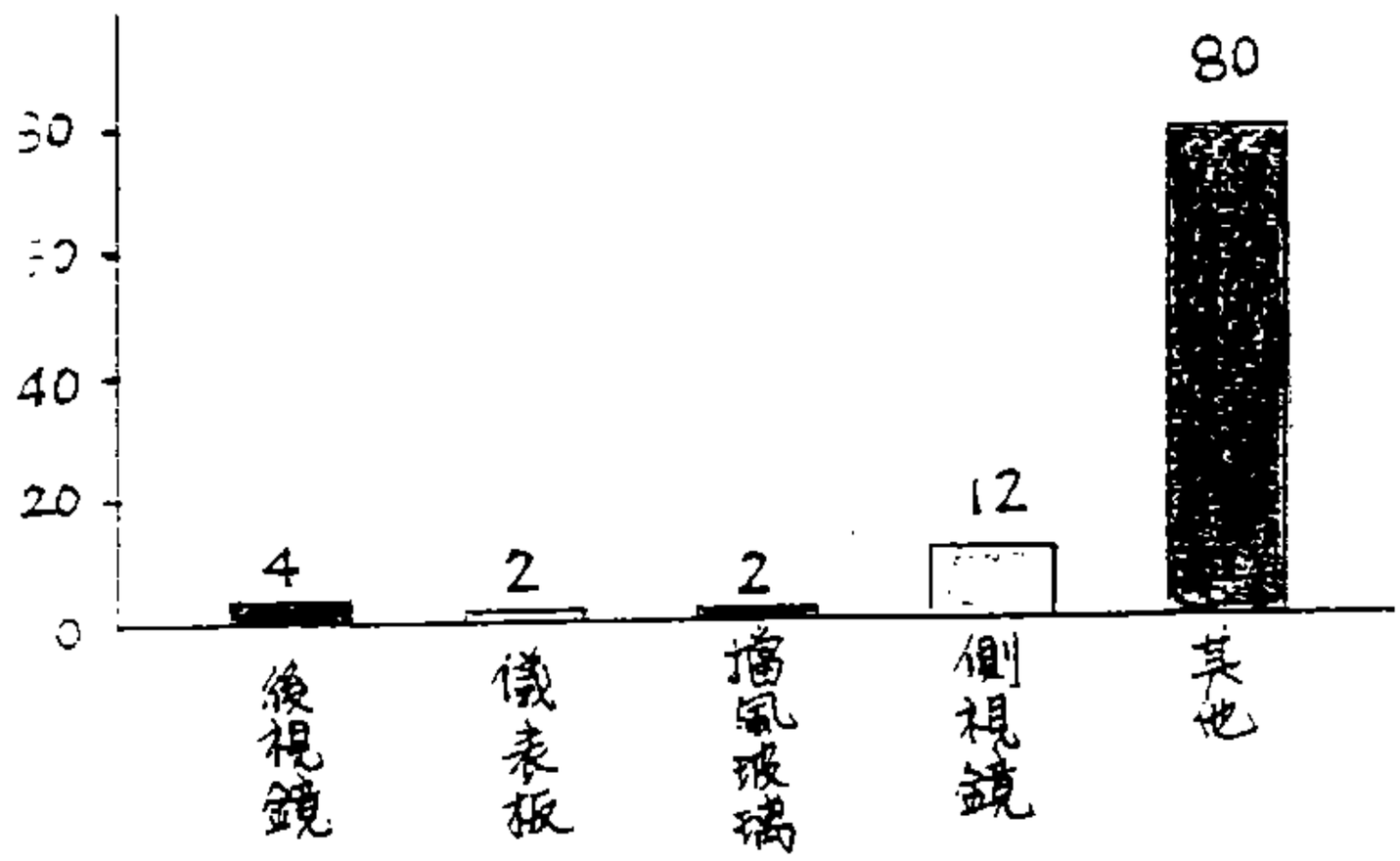



嚴重
無傷害
加權後之得點數
頭部 0.46
頸部 0.72
胸部 1.61 6
上臂 0.37
下臂 1.78 5
大腿 0.81
小腿 1.90 4
背脊 1.97 3
臀部 0.6
手指 0.69
腳踝 1.08
眼睛 0.06
耳朵 0.12
手肘 3.06 2
腹部 3.98 1
加權點級
0.5
0.3
0.12
0.05
0.03

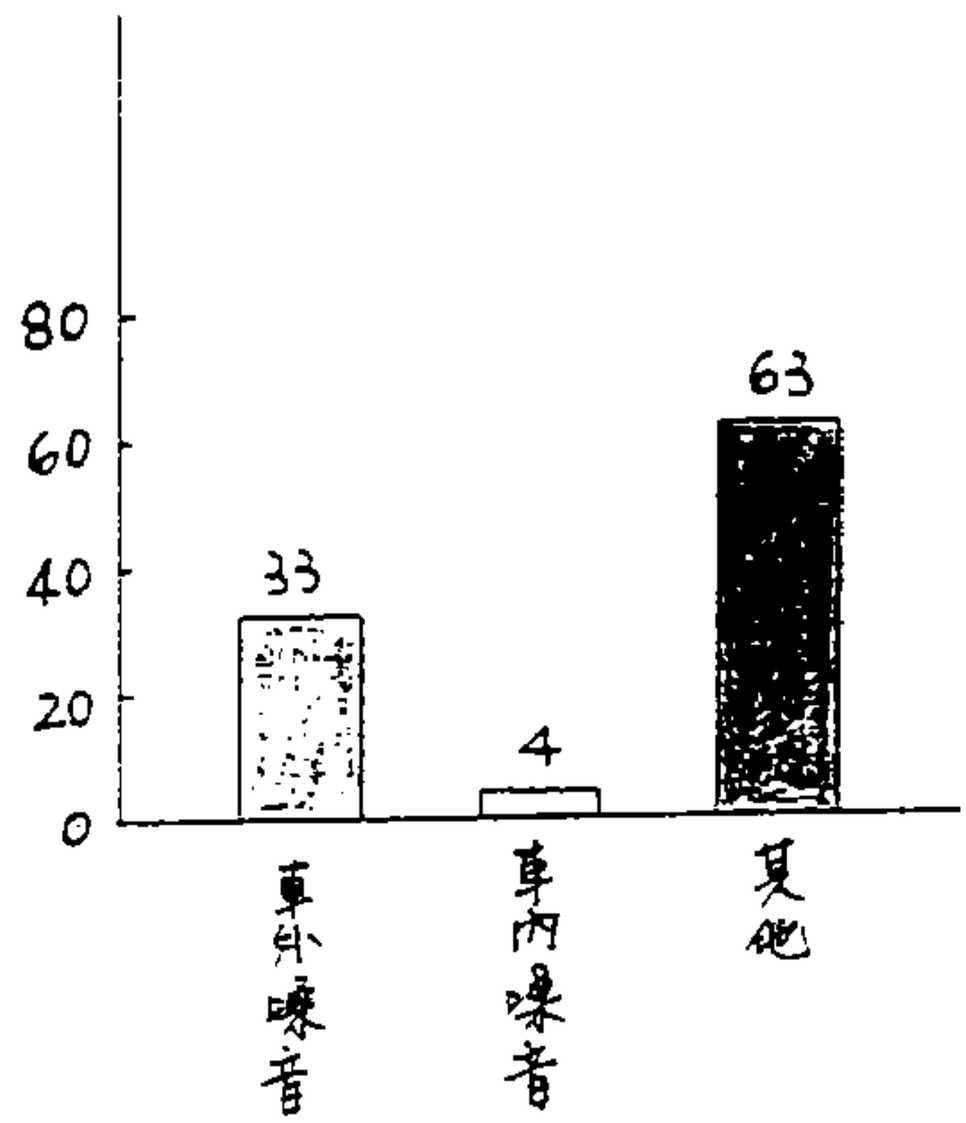
駕駛者受損傷部位（加權後點數）百分比



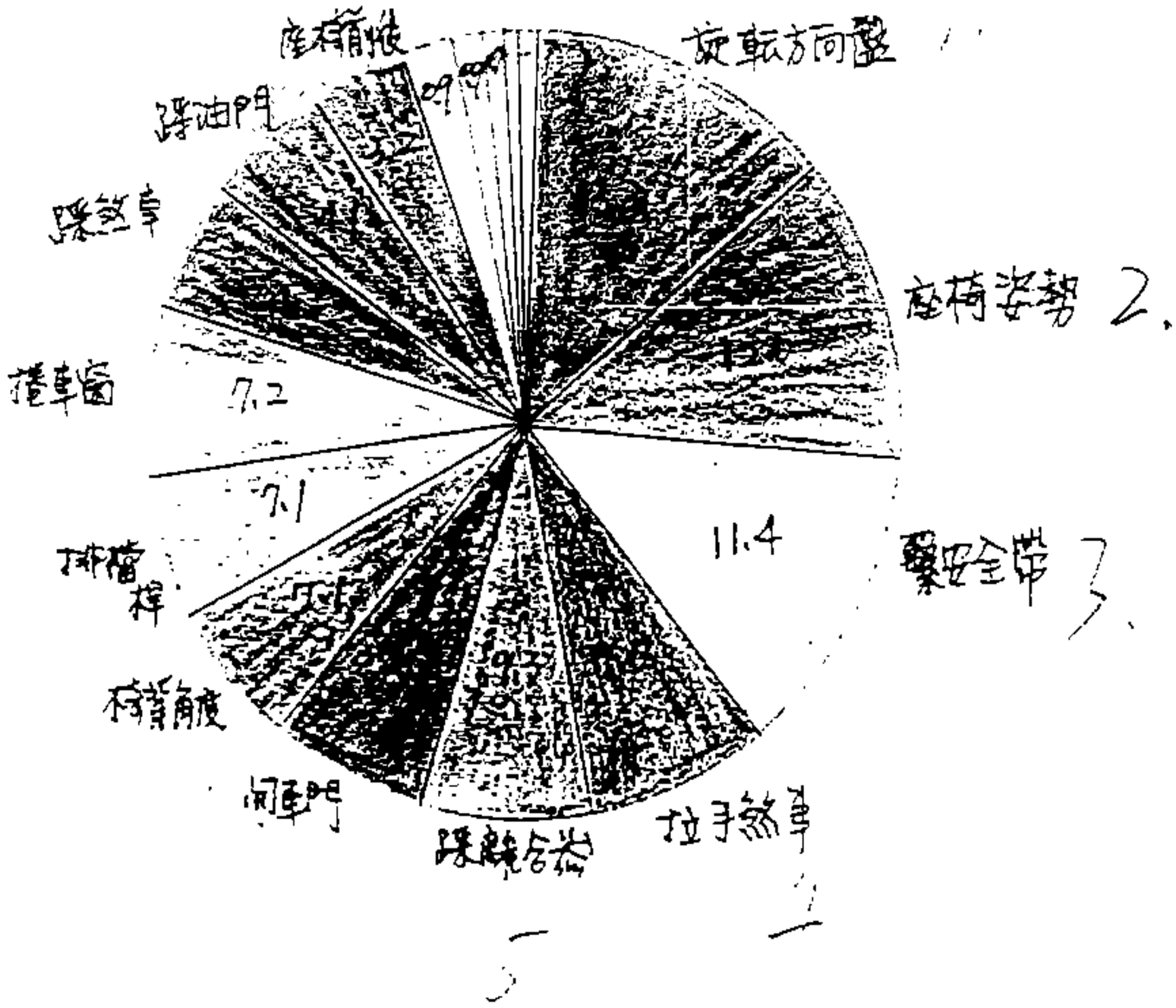
1. 視覺


80
60
40
20
0
4
2
2
12
80
後視鏡
儀表板
擋風玻璃
側視鏡
其他

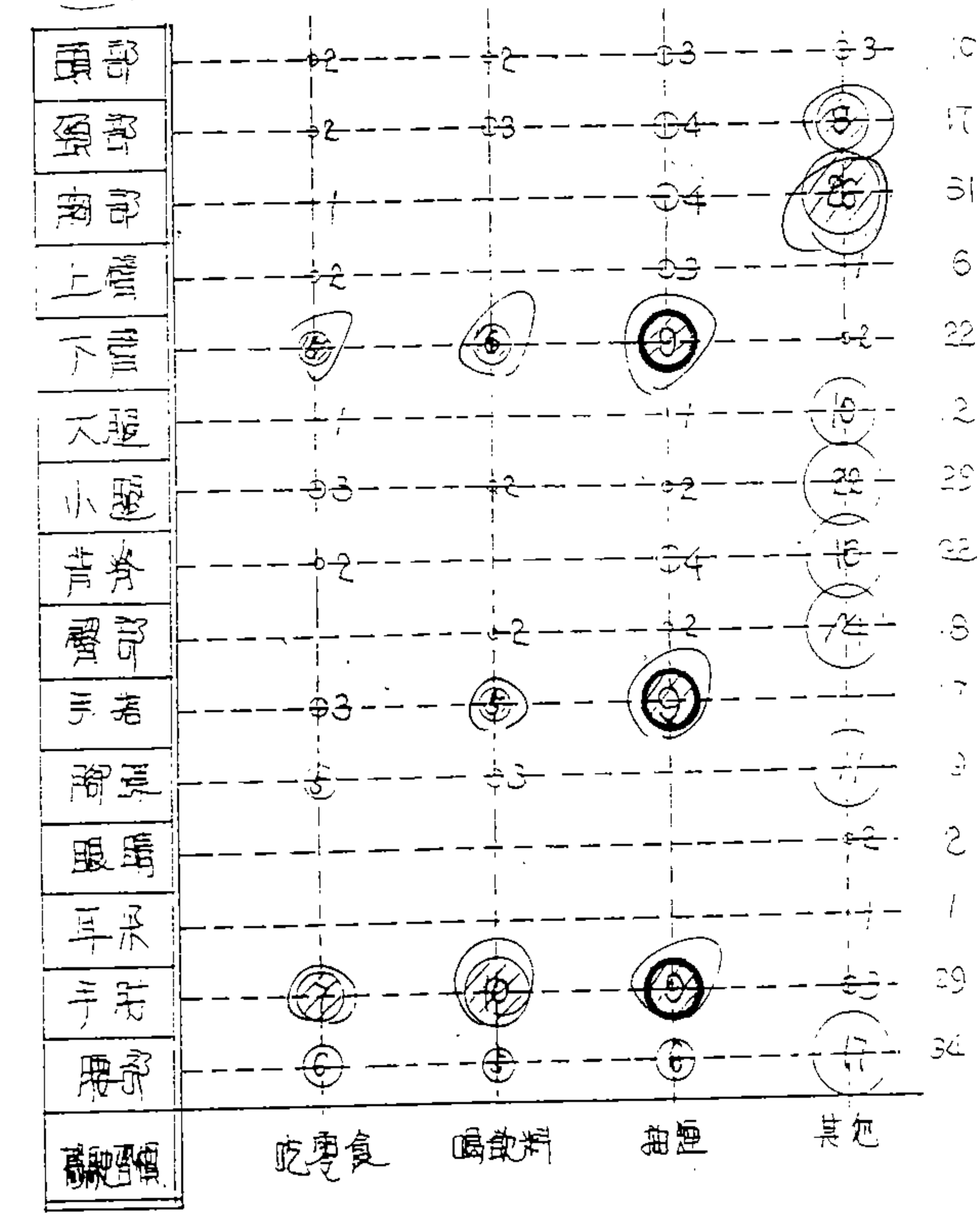
2. 聽覺


80
60
40
20
0
33
4
63
車外噪音
車內噪音
其他

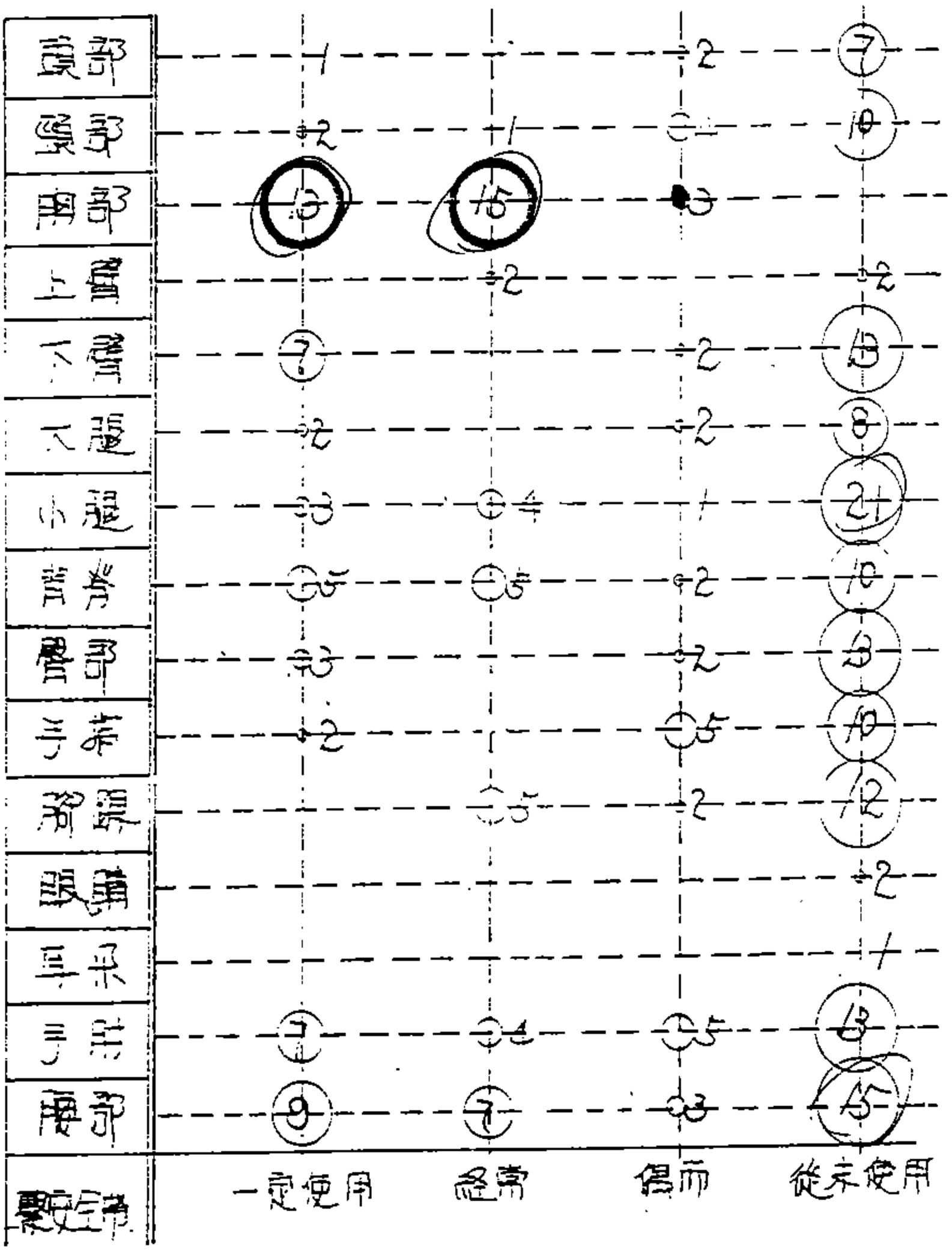
3. 触覚（部位）


座椅背板
旋転方向盤
踏油門
踏変速
座椅姿勢 2.
運転窓
7.2
7.1
11.4
安全帯 3.
排煙
椅
椅背角度
閉車門
踏離合器
拉手変速

高職習慣與身體損傷之關係圖示



要安全部與身体損傷關係图示



[illegible]

[illegible]

[illegible]

3. 汽車駕駛區配備對預防安全之研究

3.1 摘要/問題界定

3.2 研究目的

3.3 研究方法/內容

3.3.1 駕駛分心項目

3.3.2 駕駛操作困難項目

3.3.3 受傷部位/肇因/程度

3.4 統計分析與討論

3.5 結論

小客車駕駛區配備對駕駛安全性問卷報告

中華民國八十二年一月

（第二次報告）

摘　　要

由於台灣地區人民對小客車使用率提高導致交通惡化，因而駕駛傷害案例節節攀升，現今之小客車安全性設計已不足應付此現狀，勢必需要再加强設計，以達成保護使用者生命安全的責任。

根據我們的假設認爲，現今之設計安全性不足其因來自對於使用者駕駛時“容易分心”與“非疏乎性操作錯誤”的預防性設計考量未臻完備，故此份問卷之內容以引導出上述兩者與使用者之可能性關係爲主要方向。

目　的

本問卷之題目爲“小客車駕駛區配備對駕駛安全性研究”其目的在於藉由將使用者的經驗予以因子化並分析其各因子間之相關度，而期望得到因子與結果間的”關係型式”，如此才能夠在設計小客車駕駛區配備時有合理改善之依據，進而提升小客車駕駛者之安全。

爲了增進台灣小客車駕駛時之安全性，希望您能撥空配合完成此份問卷，以做爲往後設計之依據，謝謝。

（成大工業設計系83級 [illegible] 敬上） 問卷編號 _____

一、您的基本資料 /

a、性　別：　□1、男　□2、女

b、年　齡：　□1未滿廿六歲　□2廿六－未滿卅歲　□3卅一－未滿卅六歲

　　□4卅六－未滿四一歲　□5四一歲以上　_____　歲

c、體　型：　□1高壯 □2中壯 □3矮壯 □4高健 □5中健 □6矮健

　　□7高瘦 □8中瘦 □9矮瘦

e、職　業：　□1服務業　□2製造業　□3買賣業　□4無

二、您所駕駛的車輛 /

a、廠　牌：　□1裕隆　□2福特　□3大發　□4喜美　□5豐田

b、□1、手排　□2、自排

（　註：　以下之作答請均以此車爲依據　）

三、請選出您認爲常使您分心或操作困難之項目 /（可複選）

1、腳踏板　2、排檔桿　3、儀表板　4、方向盤　5、安全帶　6、後視鏡

7、空調控制　8、音響設備　9、方向燈操作　10、座椅　11、雨刷

12、行動電話　13、小電視

a、易分心項目：_____，其它 _____

b、感到操作困難項目：_____，其它 _____

四、您是否曾有駕駛傷害之經驗 /（若無請直接回答下一大題）□無

a、約略描述當時狀況：

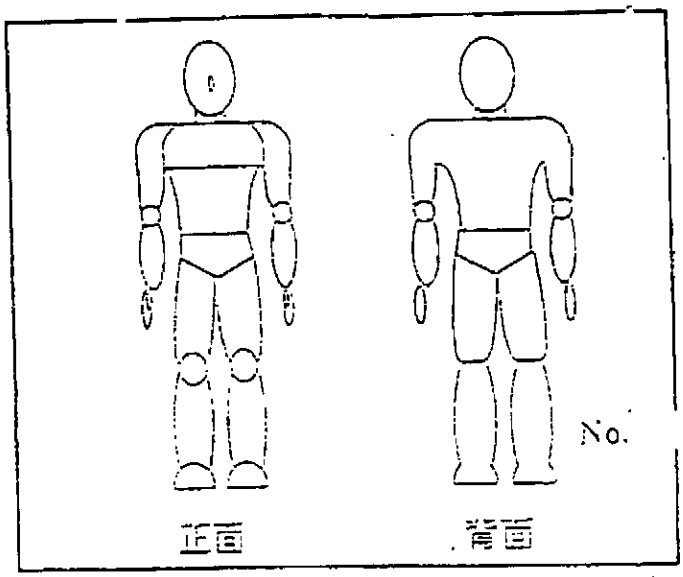
是否正巧做其它動作（如：調音響等）_____

視　　野：　□1、良好　□2、普通　□3、惡劣

車內環境：　□1、良視　□2、刺眼（前、後方車燈太亮）

身心狀況：　□1、極佳　□2、普通　□3、惡劣

b、受傷部位：請在下面圖示內圈出受傷部位



c、受傷肇因：＿＿＿＿＿＿＿＿

d、傷害程度：　☐1、住院治療（重傷）　☐2、包紮敷藥（輕傷）

五、您認爲您的車內最急需改善之項目（可複選）

☐1 腳踏板　☐2 排檔桿　☐3 儀表板　☐4 方向盤　☐5 安全帶　☐6 後視鏡
☐7 空調控制　☐8 音響設備　☐9 方向燈操作　☐10 座椅　☐11 雨刷
☐12 其它 ＿＿＿＿＿＿　原因 ＿＿＿＿＿＿

六、您心目中安全性較佳之車廠車款／

廠牌：　☐1 裕隆　☐2 福特　☐3 大發　☐4 喜美　☐5 豐田　☐6 福斯
☐7 雪鐵龍　☐8 愛快羅密歐　☐9 SAAB　☐10 克萊斯勒
☐11 GM　☐12 BMW　☐13 VOLVO　☐14 賓士
☐15 積架　☐16 其它 ＿＿＿＿＿＿

車款：＿＿＿＿＿＿　原因 ＿＿＿＿＿＿

七、意見欄：

＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

感謝您的合作，祝您旅途愉快!

參、問卷設計方法

一、符碼化建檔基礎

(一) 每份問卷均有獨立編號

由於問卷數量眾多，而且每份問卷的資訊內容繁複，爲了能夠方便隨時查詢所須獨立之資料，故特將每份問卷給予獨立編號，以利符碼化建檔，同時有另一好處就是可以在樣本數擴充更大時，容易抽取多群樣本。

(二) 所有作答以選擇題爲主

問卷之發佈都是在街頭隨機抽樣，然而人行匆促，無法有足夠之時間思考，並回答過多之開放性題目，所以採用預測項目選項的選擇題作答方式，如此便能在短時間內做完問卷訪問，同時其結果也較易轉成數量化統計。

(三) 所有選擇題的選項均予以編號

由於資訊量十分巨大，若不藉由電腦的幫助，便十分難以統計及明瞭資訊的全貌，而且發生錯誤之機會爲必然，但是要利用電腦之前，將資料符碼化是絕對必要的，如此便應瞭解將選擇題之選項均予以編號的用意，此外更重要的是，每筆資料均須具有獨立之地位，如此才能夠和其它筆資料間彼此以數學的方式流通，其結果必能更明確易讀。

(四) 描述人體受傷部位的統計方法

雖然將資料符碼化是統計上的一大利器，然而事實上仍存在有相當多的資料無法予以精確描述或符碼化，即使勉强爲之，其結果必相當粗糙瑣碎，如人體受傷部位的統計便是一例，爲解決此一問題，我們決定採用電腦掃描輸入的方式輸入圖像資料利用各瘀選區的點密集度直接觀察受傷部位的統計結果，清晰易懂較具活潑性，同時因爲該筆圖像資料是由電腦內部直接符碼化，精確度高，故隨時可與它筆資料做所須的數學運算。

此方法是利用賽璐片之透光特性可將回收的瘀選圖表予以重疊，在燈光下觀察瘀選於身體各部位之密集度，來了解最易發生傷害之大致部位，進而推論出車箱內部之不安全區域之後，再將各賽璐片獨立掃描輸入儲存，以利往後擴充及應用。

二、問卷內容一般性基礎

既然問卷主要是以選擇題作答方式，必然無法精確獲得所須之資訊，故此時便必須考慮各選項答案設定的一般性，所謂一般性，就是避免遺漏偏頗某方面的可能答案，最明顯的例子爲基本資料的建立，另一方面亦可根據他人已作出之數據做爲一般性的基礎。

三、問卷內容之預測基礎

由於在實施問卷調查之前，已設有預定之假設，該假設基本上就是一種預測由於其應有理論之依據和結果應有相當之對應，所以，在編排選項時，可以預先將較有可能之答案予以集中，在做調查時便可節省作答時間，也較易作統計及測定不可靠度。

肆、抽樣計劃

一、抽樣數：５０份

二、樣本範圍：

(一) 人 ／	男性	４０	位
	女性	１０	位
(二) 車輛／	共	５０	部
	裕隆	１０	部
	福特	１０	部
	大發	１０	部
	喜美	１０	部
	豐田	１０	部

(三) 抽樣地區／ 台南市區

(四) 抽樣時間／ 民國８１年１２月１１日至１２月２５日

三、抽樣方法：採隨機抽樣（直接訪問）的調查方式

伍、抽樣計劃說明

一、樣本範圍之界定：

(一) 性別：目前女性之駕駛員已有明顯上升之趨勢，所以設定１０名女性受訪者，以求此問卷結果符合未來需求。

(二) 車輛：為求樣本之一般性，本應對所有之廠牌車輛進行抽樣，然而車輛廠牌不勝枚舉，故僅抽取目前較常見之五種並予以建立樣本範圍。

陸、數據處理方法

一、百分比表示法

使用項目／年齡，體型，職業，分心項目，操作困難項目，急需改善項目，安全性障碍項目，危險性障碍項目。

目的在於能很快且清楚地知道各因子間重要性比例，以決定各因子之加權值並可於統計完後依其判斷該結果是否具一般性。

二、交叉相對關係表示法

使用項目／分心項目，操作困難項目，傷害程度項目。

此爲本問卷之主要分析方法，藉由此法來搜找出各因子間的關係模式，並驗証是否與起始之假設相符。

三、數次統計表

由於統計之結果欲達較高之準確度必需有足夠之樣本數故設此表以便在結果算出後再檢驗是否可採用。

四、人體受傷部位次數統計

使用透明賽璐片交疊圖還部位之後再掃入電腦。

五、加權數設定

(一) 分心項目，操作困難項目加權

以百分比表爲基礎，每百分之五增加一加權值，以此累計。

(二) 分心及操作困難合計加權

將前項二者之各別加權值加總之值。

(三) 傷害程度加權

輕傷之加權值爲一，重傷之加權值爲四，再加計受傷部位數目之總合。

柒、數據處理說明

數據處理之最基本原則在於眞實表現方式易於解讀，最重要的是使用合理的處理公式，使各項數據結果均具有其特定之涵義。

問卷編號	性別	年齡	體型	職業	廠牌	排檔方式	分心
1	1	26	2	1	[illegible]	[illegible]	[illegible]
2	1	22	1	4	[illegible]	[illegible]	[illegible]
3	1	45	5	1	[illegible]	[illegible]	[illegible]
4	1	30	2	2	[illegible]	2	[illegible]
5	1	27	3	2	[illegible]	[illegible]	[illegible]
6	1	20	7	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
7	1	32	2	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
8	1	24	2	2	[illegible]	[illegible]	7,8
9	1	25	[illegible]	[illegible]	2	2	8,12
10	1	22	[illegible]	[illegible]	2	[illegible]	2
[illegible]	1	[illegible]	[illegible]	[illegible]	2	[illegible]	12
[illegible]	1	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	1	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	1	[illegible]	2	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	1	[illegible]	[illegible]

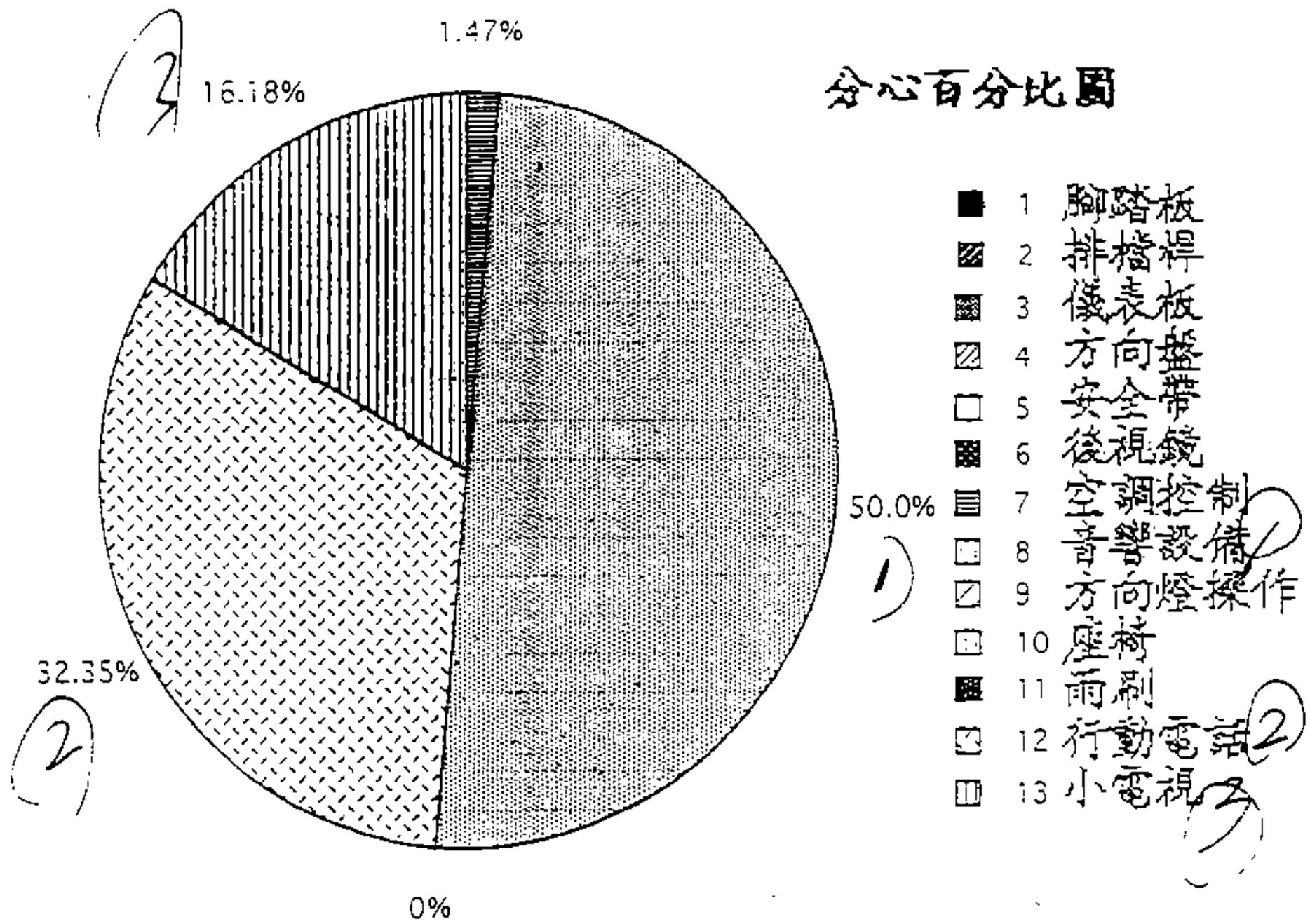
問卷編號	操作困難	傷害有無	其它動作	視野	車內環境	身心狀況
1	1,2,4	1	1	2	1	2
2	1,2,4,5,6	1	0	1	1	1
3	1,2,4,5	0	0	0	0	0
4	5,10	0	0	0	0	0
5	6,10	0	0	0	0	0
6	3,5,6	0	0	0	0	0
7	1,2,4,10	1	0	3	2	3
8	9,	0	0	0	0	0
9	1,	1	1	1	1	2
10	1,2	0	0	0	0	0
11	1,2	0	0	0	0	0
12	2,5,6	0	0	0	0	0
13	2,5	1	0	2	2	1
14	7,8	0	0	0	0	0
15	1,2	1	0	3	2	2
16	5	0	0	0	0	0
17	1,2	1	0	1	1	1
18	2	0	0	0	0	0
19	2,10	0	0	0	0	0
20	2,3	1	1	2	1	1
21	7	0	0	0	0	0
22	5,7	0	0	0	0	0
23	1	0	0	0	0	0
24	1	0	0	0	0	0
25	1,2	0	0	0	0	0
26	1,2	1	0	2	2	2
27	1,2	1	0	2	1	2
28	2	0	0	0	0	0
29	9	0	0	0	0	0
30	2,9	0	0	0	0	0
31	2	0	0	0	0	0
32	1,2	0	0	0	0	0
33	10	1	0	2	1	2
34	10	1	0	2	1	2
35	10	0	0	0	0	0
36	1	1	0	1	1	1
37	10	0	0	0	0	0
38	1	0	0	0	0	0
39	1	0	0	0	0	0
40	10	0	0	0	0	0
41	1,2,4,9	0	0	0	0	0
42	1,2,4,9	0	0	0	0	0
43	1,2,4	1	1	1	1	0
44	1,2,4,9	1	0	1	1	1
45	1,2,4	0	0	0	0	0
46	1,2,4,9	0	0	0	0	0
47	1,2	0	0	0	0	0
48	1,2,9	0	0	0	0	0
49	1	0	0	0	0	0
50	1	0	0	0	0	0

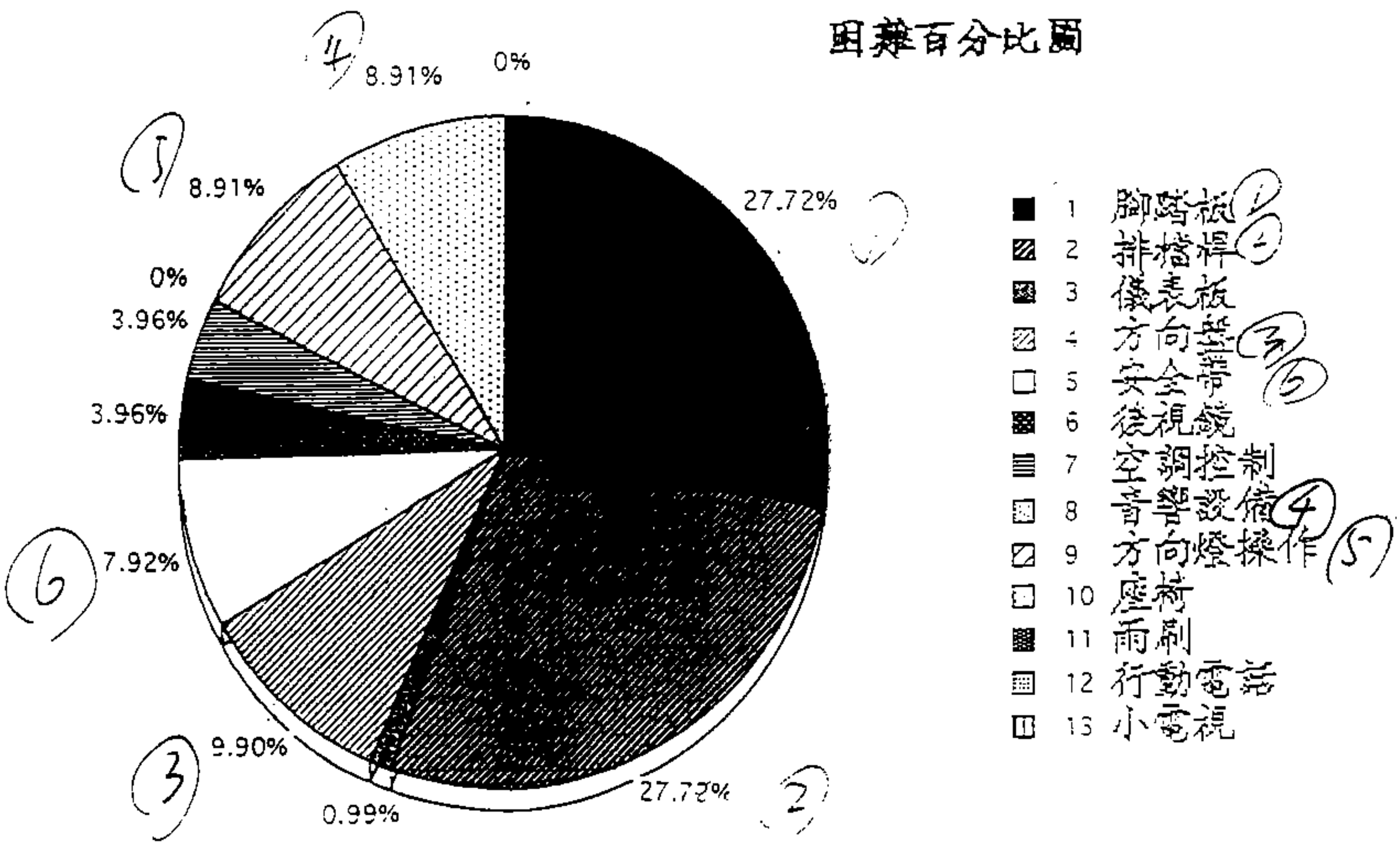
問卷編號	傷害程度	改善項目	安全車款	危險車款
1	1	3.4.5.7.8	13	1
2	1	5.7.10	12	1
3	0	1.2.5.10	9	1
4	0	2.3.4.5.10	13	4
5	0	5.8.10	6	1
6	0	1.2.4.5.10	14	1
7	1	1.2.5.7.10	10	2
8	0	7.9	10	1
9	2	3.5	10	1
10	0	2.5.7	13	1
11	0	5,10	14	4
12	0	2,10	6	3
13	1	7,8	13	1
14	0	2,7,8	10	4
15	2	7,8,10	6	1
16	0	2,3,5	14	1
17	2	2,3,4,5,6	13	4
18	0	2,4,7,10	13	1
19	0	2,4,10,11	13	1
20	1	1,2,4,5	9	3
21	0	2,5,8,10	7	1
22	0	3,4,10,11	10	4
23	0	3,4,5,6	10	3
24	0	1,8	6	1
25	0	7,	13	1
26	1	1,4	13	1
27	2	7,9	14	1
28	0	1,2	10	4
29	0	1,2,4	10	1
30	0	8	6	1
31	0	4,5	7	2
32	0	3	13	1
33	2	5	10	2
34	2	8	13	4
35	0	1	13	1
36	2	5,10	12	1
37	0	10	14	4
38	0	5,6	6	1
39	0	7,8	15	1
40	0	2,3	10	3
41	0	1,2,4,9	8	2
42	0	1,2,4,9	10	2
43	2	1,2,4,9	12	1
44	2	1,2,4,9	12	1
45	0	1,2,4,5,10	8	4
46	0	1,2,4,5,10	14	1
47	0	1,2,4,9	7	1
48	0	1,2,4,9	9	1
49	0	7,8	14	4
50	0	5,6	15	4

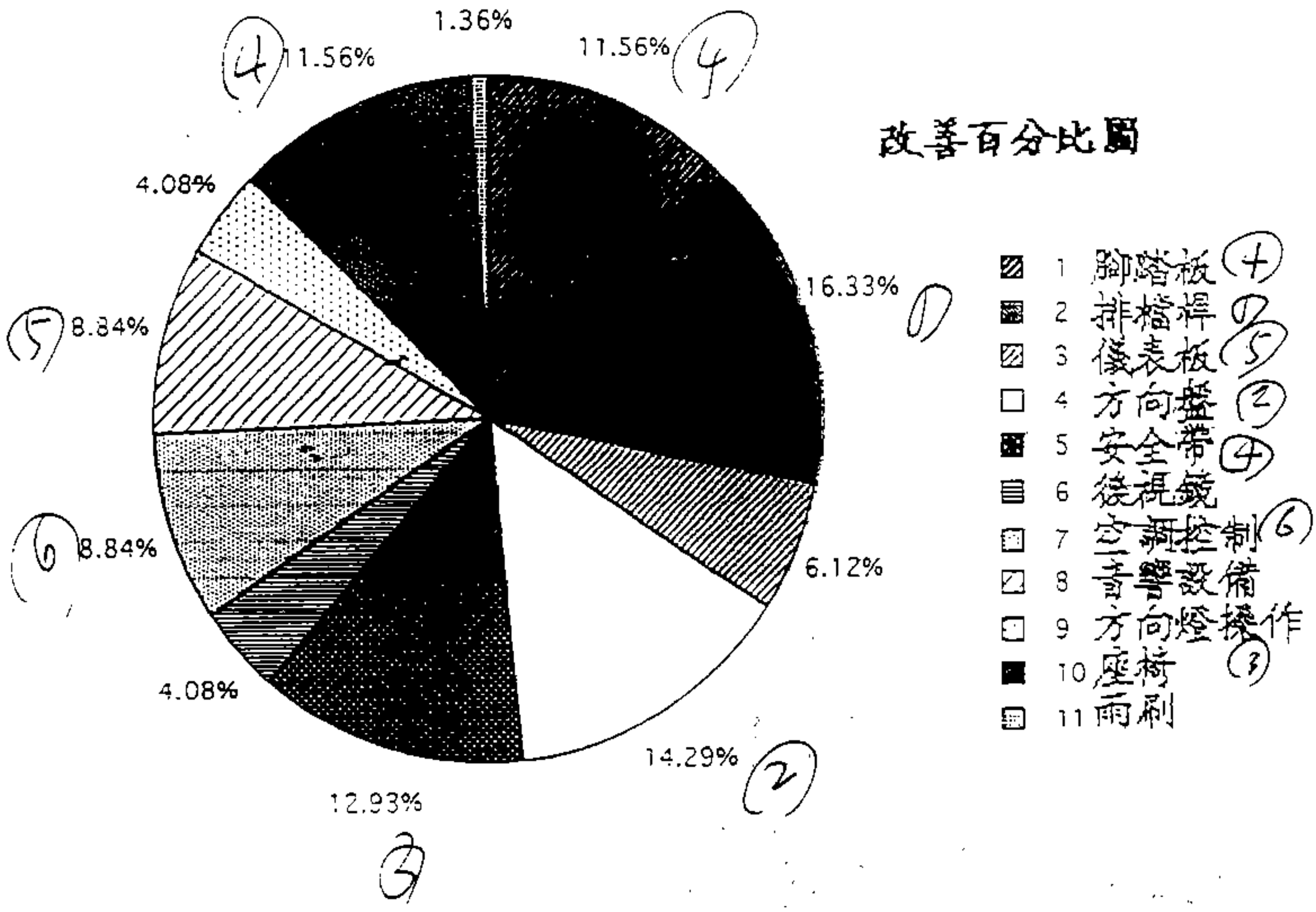
問卷編號	分必加權	操作困難加權	分析及困難之合計加權	傷害程度加權
1	3	13	26	12
2	10	15.4	25.4	10
3	10	14.6	24.6	0
4	3	3.4	6.4	0
5	10	2.6	12.6	0
6	10	2.6	12.6	0
7	10	14.8	24.8	10
8	3	1.8	4.8	0
9	16	5.5	21.5	12
10	6	11	17	0
11	6	11	17	0
12	3	7.9	10.9	0
13	16	7.1	23.1	9
14	13	2.6	15.6	0
15	10	11	21	4
16	3	1.6	4.6	0
17	10	11	21	3
18	10	5.5	15.5	0
19	10	7.3	17.3	0
20	16	6.3	22.3	7
21	13	0.8	13.8	0
22	6	2.4	8.4	0
23	10	5.5	15.5	0
24	10	5.5	15.5	0
25	6	11	17	0
26	16	11	27	12
27	10	11	21	3
28	10	5.5	15.5	0
29	6	1.8	7.8	0
30	10	7.3	17.3	0
31	10	5.5	15.5	0
32	6	11	17	0
33	16	1.8	17.8	3
34	16	1.8	17.8	2
35	16	1.8	17.8	0
36	16	5.5	21.5	5
37	9	1.8	10.8	0
38	6	5.5	11.5	0
39	9	5.5	14.5	0
40	13	1.8	14.8	0
41	10	14.8	24.8	0
42	10	14.8	24.8	0
43	19	13	32	4
44	16	14.8	30.8	3
45	10	13	23	0
46	10	14.8	24.8	0
47	6	11	17	0
48	10	12.8	22.8	0
49	13	5.5	18.5	0
50	6	5.5	11.5	0

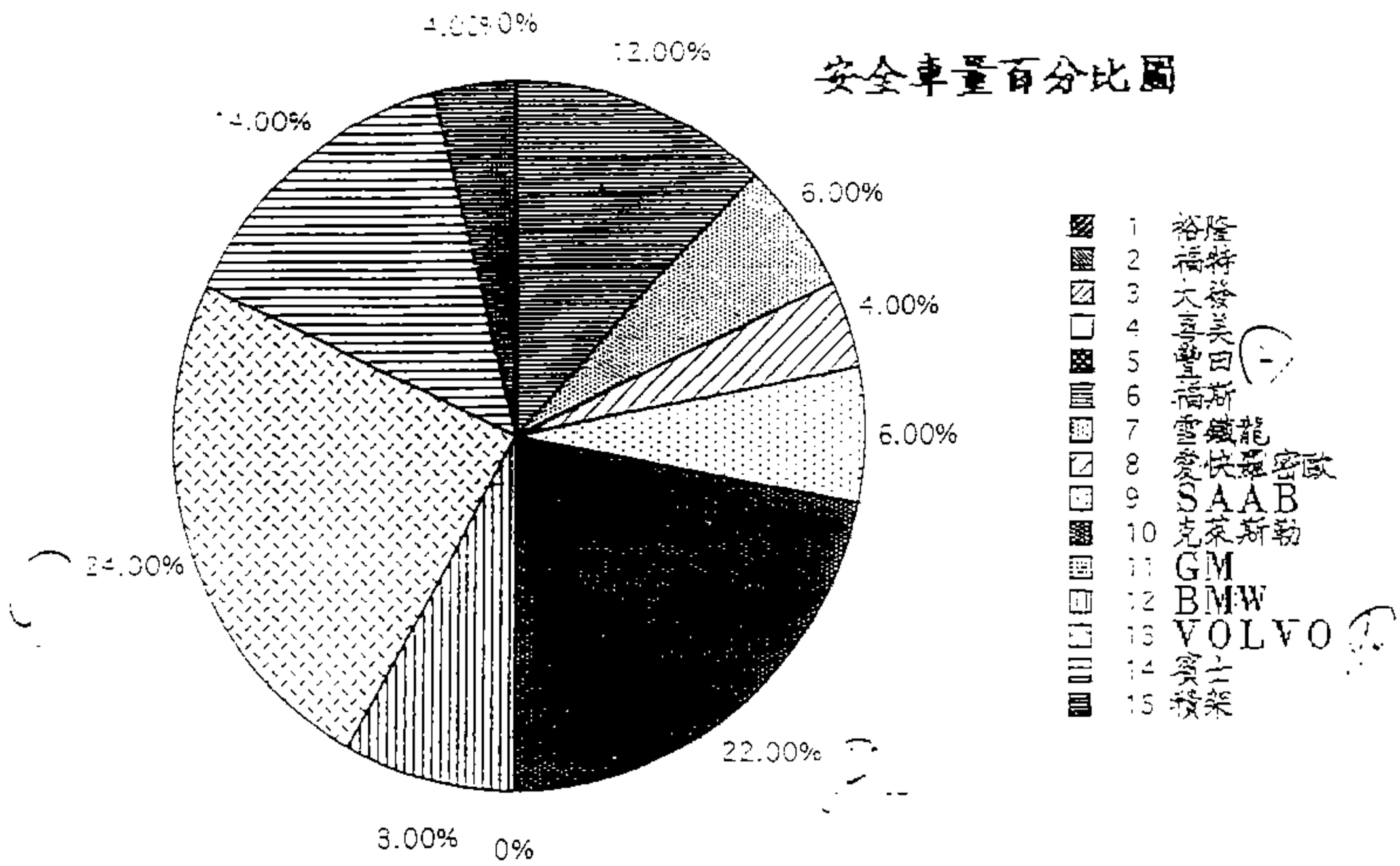
其它動作	總合	視野	總合
無	11	良視	6
有	4	普通	7
		惡劣	2
車內環境	總合	身心狀況	總合
良視	11	極佳	5
刺眼	4	普通	8
		惡劣	2

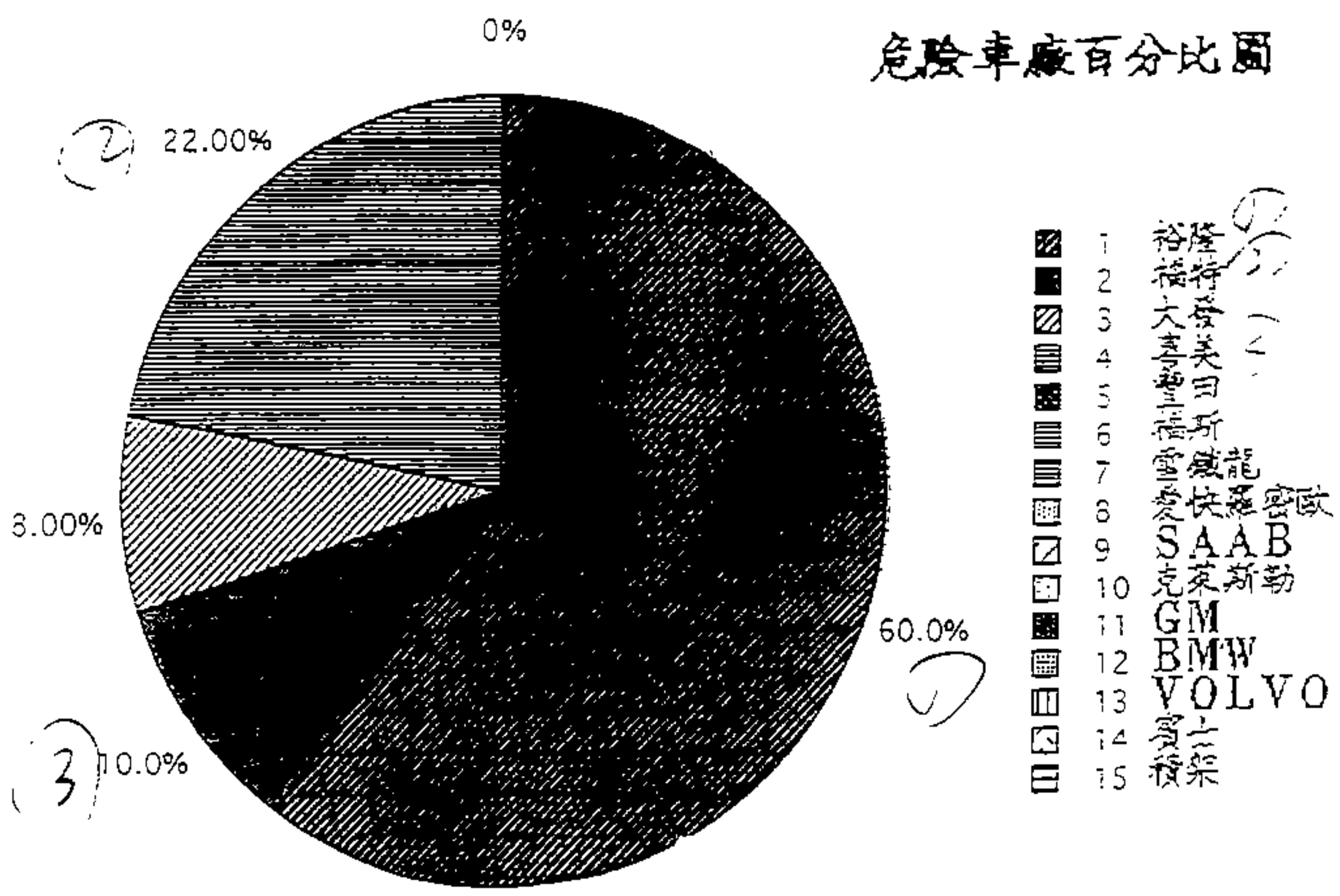
受傷樣本	受傷肇因
1	超速追撞前車
2	閃避來車，緊急煞車，未繫安全帶
7	高速公路追撞
9	長途駕車打檔過久以至肌肉拉傷
13	路肩超車撞及路旁車輛
15	座椅不適
17	單獨左手操作方向盤
20	天雨路滑，未保持安全距離
26	閃避突然衝出之機車
27	長途駕車
33	緊急煞車，雙手用力過猛
34	未打方向燈就轉彎撞及機車
36	未看後方有無來車即行上路，突然發現後方來車又急轉回路邊
43	緊急煞車，安全帶拉傷
44	長途駕車


分心百分比圖
1.47%
16.18%
50.0%
32.35%
0%
1 腳踏板
2 排檔桿
3 儀表板
4 方向盤
5 安全帶
6 後視鏡
7 空調控制
8 音響設備
9 方向燈操作
10 座椅
11 雨刷
12 行動電話
13 小電視

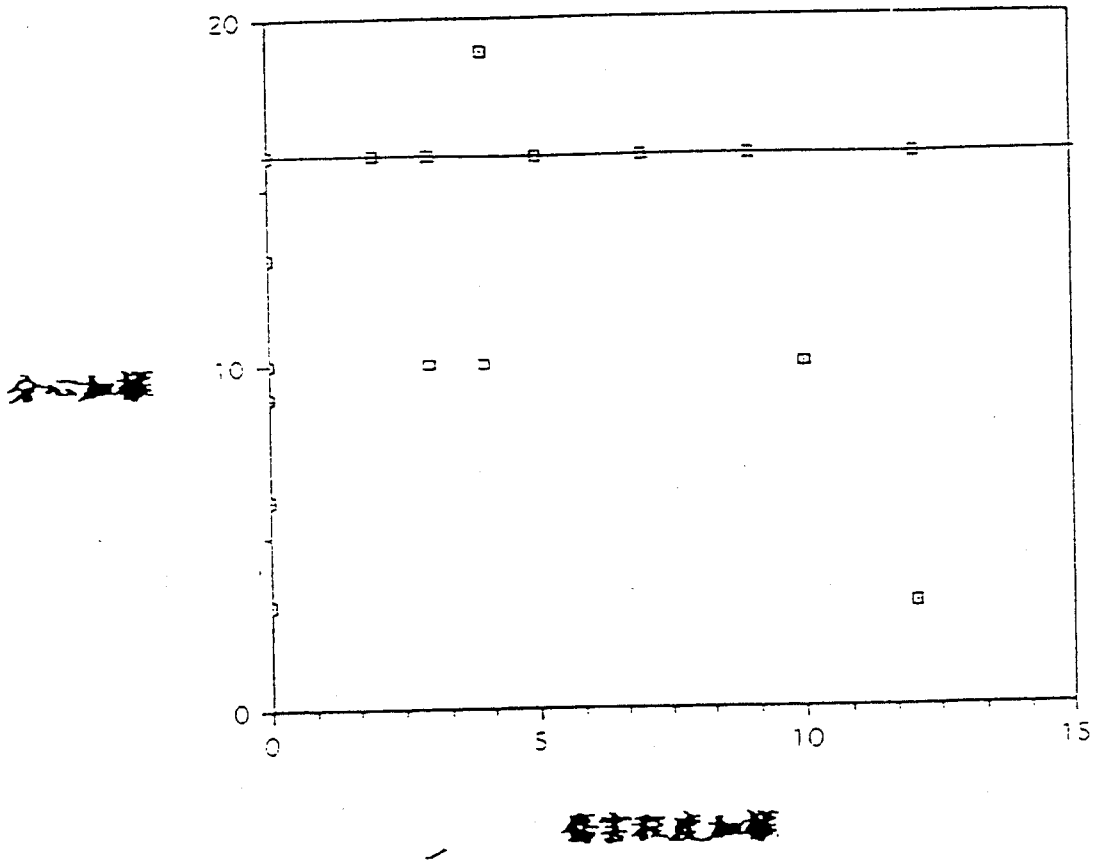

困難百分比圖
8.91%
0%
8.91%
27.72%
0%
3.96%
3.96%
7.92%
9.90%
0.99%
27.72%
1 腳踏板
2 排檔桿
3 儀表板
4 方向盤
5 安全帶
6 後視鏡
7 空調控制
8 音響設備
9 方向燈操作
10 座椅
11 雨刷
12 行動電話
13 小電視


改善百分比圖
1.36%
11.56%
11.56%
4.08%
16.33%
8.84%
8.84%
6.12%
4.08%
14.29%
12.93%
1 腳踏板
2 排檔桿
3 儀表板
4 方向盤
5 安全帶
6 後視鏡
7 空調控制
8 音響設備
9 方向燈操作
10 座椅
11 雨刷

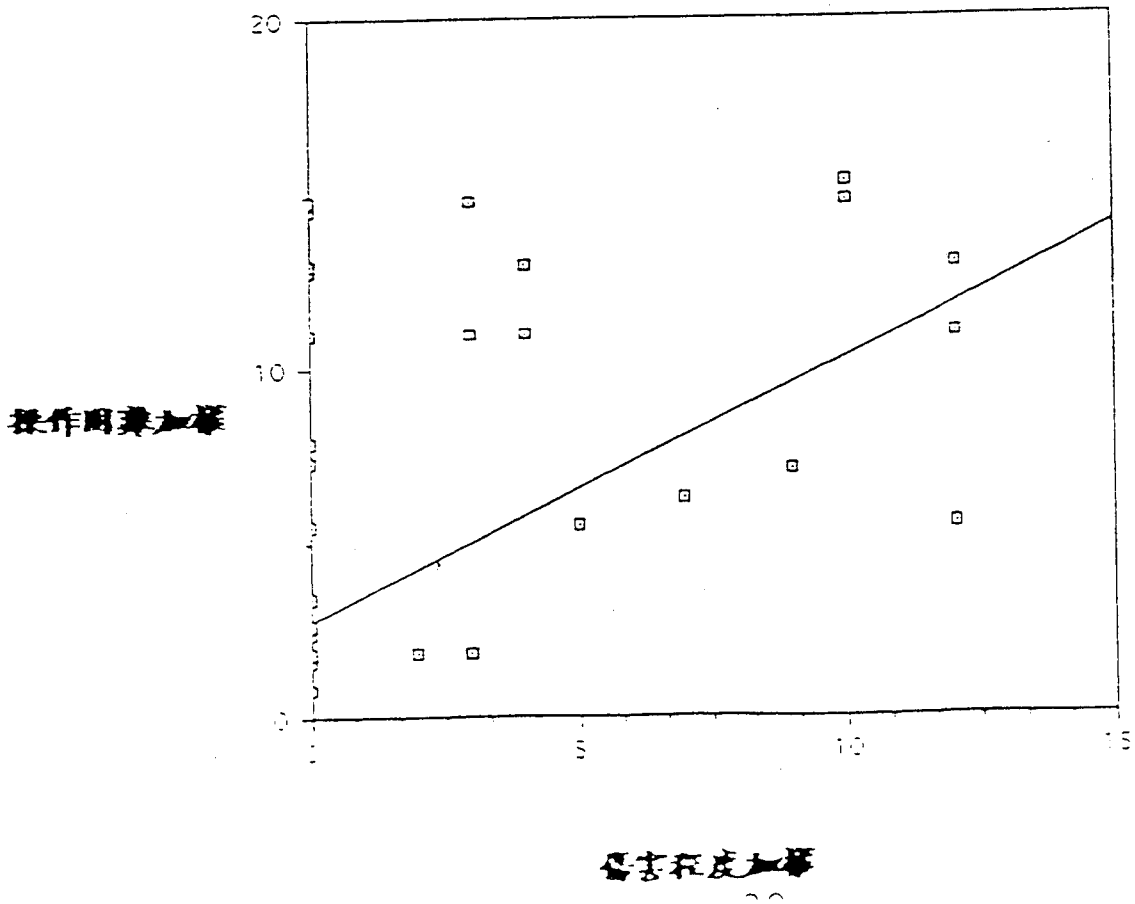

安全車量百分比圖
12.00%
6.00%
4.00%
6.00%
22.00%
0%
3.00%
24.00%
14.00%
1 裕隆
2 福特
3 大發
4 三菱
5 豐田
6 福斯
7 雪佛龍
8 愛快羅密歐
9 SAAB
10 克萊斯勒
11 GM
12 BMW
13 VOLVO
14 賓士
15 其他


危險車廠百分比圖
0%
22.00%
3.00%
10.0%
60.0%
1 裕隆
2 福特
3 大發
4 三菱
5 豐田
6 福斯
7 雪佛龍
8 愛快羅密歐
9 SAAB
10 克萊斯勒
11 GM
12 BMW
13 VOLVO
14 賓士
15 其他

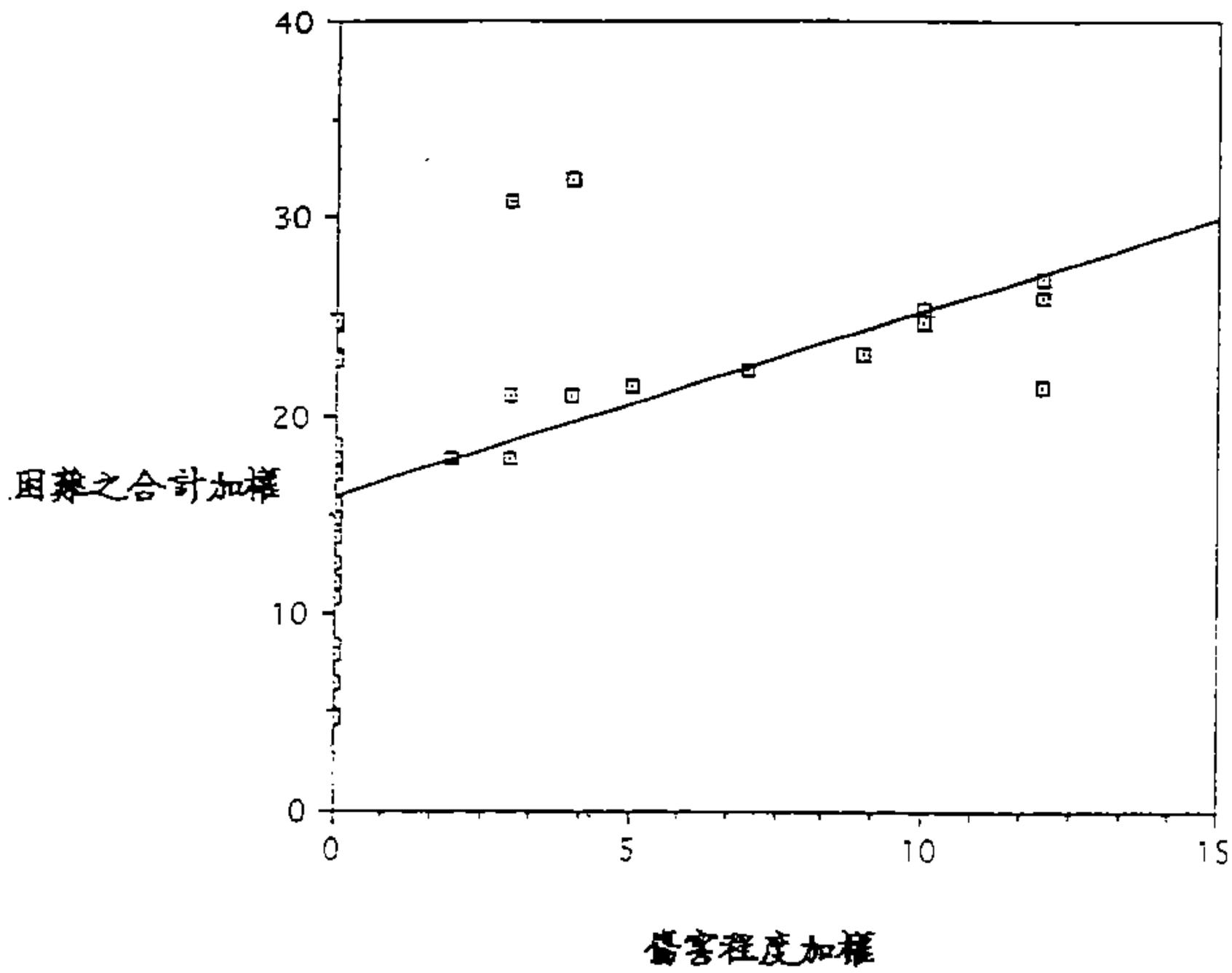
分心—傷害程度加權關係圖



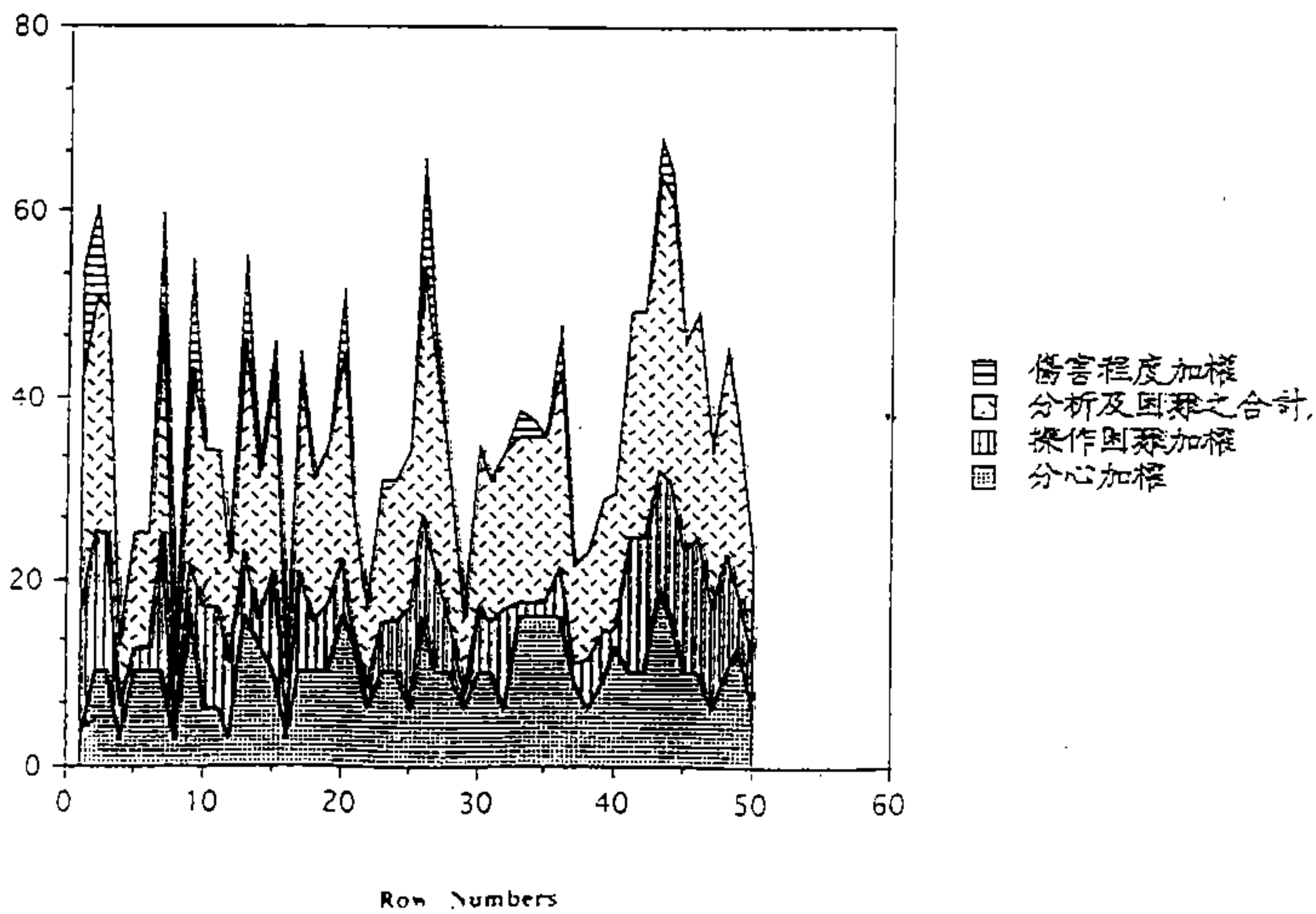
操作困難—傷害程度加權關係圖



分心及操作困難合計加權一傷害程度加權關係圖



綜合關係圖



討　　論

一、因子相關性

1、根據前三張相關性圖表，可得分心項目與操作困難項目相對於傷害程度之各別相關性並不高，但其綜合相關性卻具有高度之相關，顯示分心與操作困難具有加成性，並隨其增高將導至傷害程度之提高。

2、依據發生傷害經驗之統計，發現其大部分均發生在未作其它動作，視野普通良視，以及身心狀況普通之狀態下，如此與前一結果結合可得知分心與操作困難實爲駕駛傷害發生之一大主因，與假設相符。

二、結果之一般性

在數據統計表中，年齡、體型、職業之抽樣數量尚屬均勻分佈，故應具有相當之一般性。

三、受傷肇因及其推論

依據其樣本敘述，發現受傷部位重疊比例甚高，故可推論出現今之汽車駕駛區之設計存在有共通性之設計缺失，與先前假設符合。

再依據急需改善項目百分比表，可知以腳踏板、排檔桿、方向盤、安全帶及座椅爲首須改善之項目，並與肇因表及傷害統計圖做比較，其具有對應性。

四、女性之操作困難

在數據中發現女性之操作困難加權數有明顯偏高的現象，顯示現今之設計對於女性生理之考慮未臻完備。

結　論

一、降低分心之誘因

1、音響：於行進間音量應減小，而操控應更加簡化。
2、電視：駕駛者不應於行駛間觀看電視。
3、行動電話：應改爲免持聽筒、自動撥號等自動操作系統。

二、降低操作的困難度

1、動力方向盤將爲基本之配備。
2、後視鏡視角須加大，並改爲電動後視鏡。
3、排檔桿檔間間隙及施力矩須加大，檔的排列方式要統一規格化。
4、踏板間隔須再加大，且位置不宜過高，以降低腿部負荷。

三、加强內裝材質之緩衝性

1、安全帶須具有適當伸縮性。
2、方向盤於强力撞擊時應自動匱縮。
3、安全氣囊爲不可或缺之安全裝置。

四、改善腳部空間分配

1、左右腿之空間應平均分配。
2、提高腿部空間高度，並加裝軟性材質以防膝部撞傷。

五、座椅應提高對人體之包涵性及適應性（可調整）。

連續做長時間的作業，主人體上會出現疲累、脫力感、氣力的減退與作業能力低減的現象，這種現象叫做疲勞。這是一個簡單的疲勞的定義，實際上疲勞的發生原因很多，如人體本身的原因、作業條件、環境都可以說是因素。因此疲勞不是由單一因素發生，而是從多方面綜合引起。先了解這觀點後，再往下討論各項問題。

人體的疲勞發生，原是由於過度的使用身體的一部分或全體而引起。機械的疲勞也有同樣的意思，但是疲勞的成因與症狀完全不同。人體的疲勞會表面化，而機械的疲勞不會表面化，始終是內在的。現在為了了解疲勞的概念，應先了解人體的構造及人的大腦構造、設能測達疲勞的部門。以下列舉人的疲勞時的特徵以助了解。

(1) 疲勞雖然身體的一部分使用過度後會發生，但不祇是發生在身體的一部分，其症狀會出現在全身體上。不但在活動組織的局部有痛苦、倦累的感覺，而且必需來全身的脫力感與不適感之感，出現"疲勞的自覺"症狀。這種疲勞感是獨自的疲勞症狀，有人認為疲勞感就是疲勞的唯一的標識。疲勞常常引起全身的症狀，這是顯示大腦也發生疲勞。大腦關連於疲勞現象，這是人體的最大特徵。

(2) 疲勞不但使出力（作業能力）減低，同時有將作業意志減弱的性質，這是由於活動組織的自動的無意識的限制與休息的欲求而產生。

老幼都與汽車直接發生關係。不管越野、上山或在擁擠的市區，必須盡量減輕駕駛員肉體上、精神上的疲勞，要達到汽車設計完善，必須先確立人與汽車間需要密切配合的因素，駕駛員在駕駛時從計器盤的數字表示，時時刻刻在判斷車和道路前端的距離與障礙物體的間隔。聽取引擎的聲調，輪胎摩擦的聲音、警報聲，大腦就根據視神經或聽神經所傳到的情報，去指揮手、腳做各種處置，如操作方向盤、踏板、離合器、剎車等處理。因此，汽車發生行駛變化，而給予駕駛員新的情報。如此駕駛作業中，就有人與機械間微妙的關係之發生，而且每一時刻都需要配合一致，所以汽車設計，也是人．機械系統設計之代表性工作。汽車的方向盤、油門踏板、離合器、剎車等，這些控制設備的配置、形態、位置、工作硬度，均須根據駕駛員身體各部分的尺寸、操作動作、姿勢與用力的實際情形而設定。並且各種儀表，後視鏡、燈光種類之選用，也要經過人的知覺特性調查配合而設計。

在美國的汽車公司爲了座位之設計研究，做一種相當精密的人體模型，叫做Oskar。通常有立姿的三次元模型，坐姿三次元模型（都以水平剖面爲基本形態）以及可動式側面二次元模型，這三種模型，對椅子之設計以及作品之檢討上是很有效的。

表 I-3　汽車的尺寸與人體測量之對應

汽車尺寸	人體測量值	汽車尺寸	人體測量值
1	2	8	8，9，10
2	1	9	10
3	6	10	12
4	6	11	8，9，10，12
5	6，7	12	6，7
6	12，13，6，7	13	6，7
7	12，13，6，7	14	5

上表所列汽車尺寸與人體測量基本數值間的對應關係，這關係有時是以聽覺、視覺爲主要問題的。

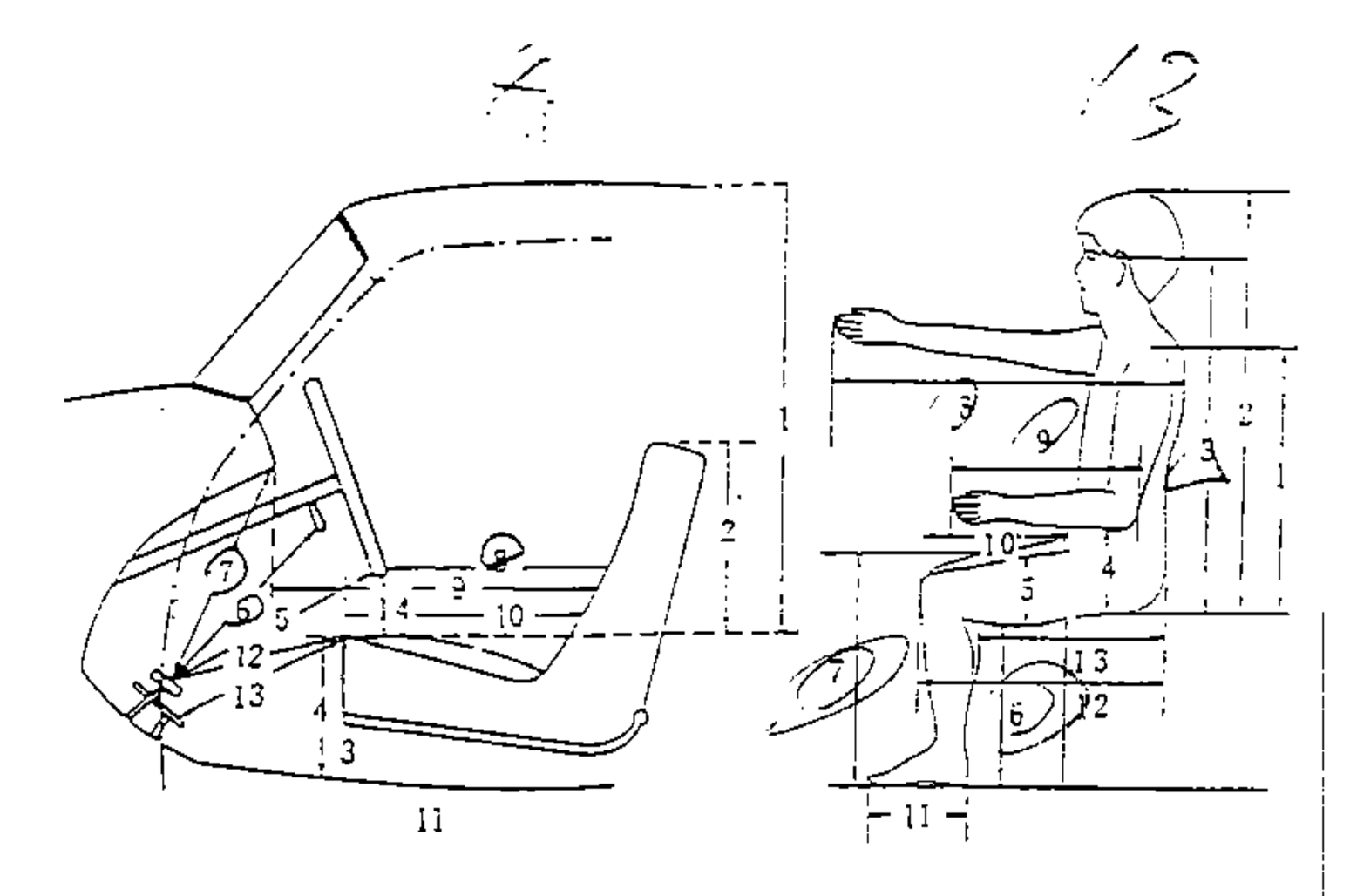


圖 I-4　汽車尺寸與人的尺寸關係

附錄九

高齡駕駛（行人）的有關議題

紀佳芬

國立台灣工業技術學院

工業管理技術系

- 以交通意外死亡的統計資料顯示高齡駕駛的重要性
- 由資訊處理模式談與駕駛作業有關的身心功能
- 改善高齡駕駛的措施：篩選、教育訓練、車輛、公路
- 建議

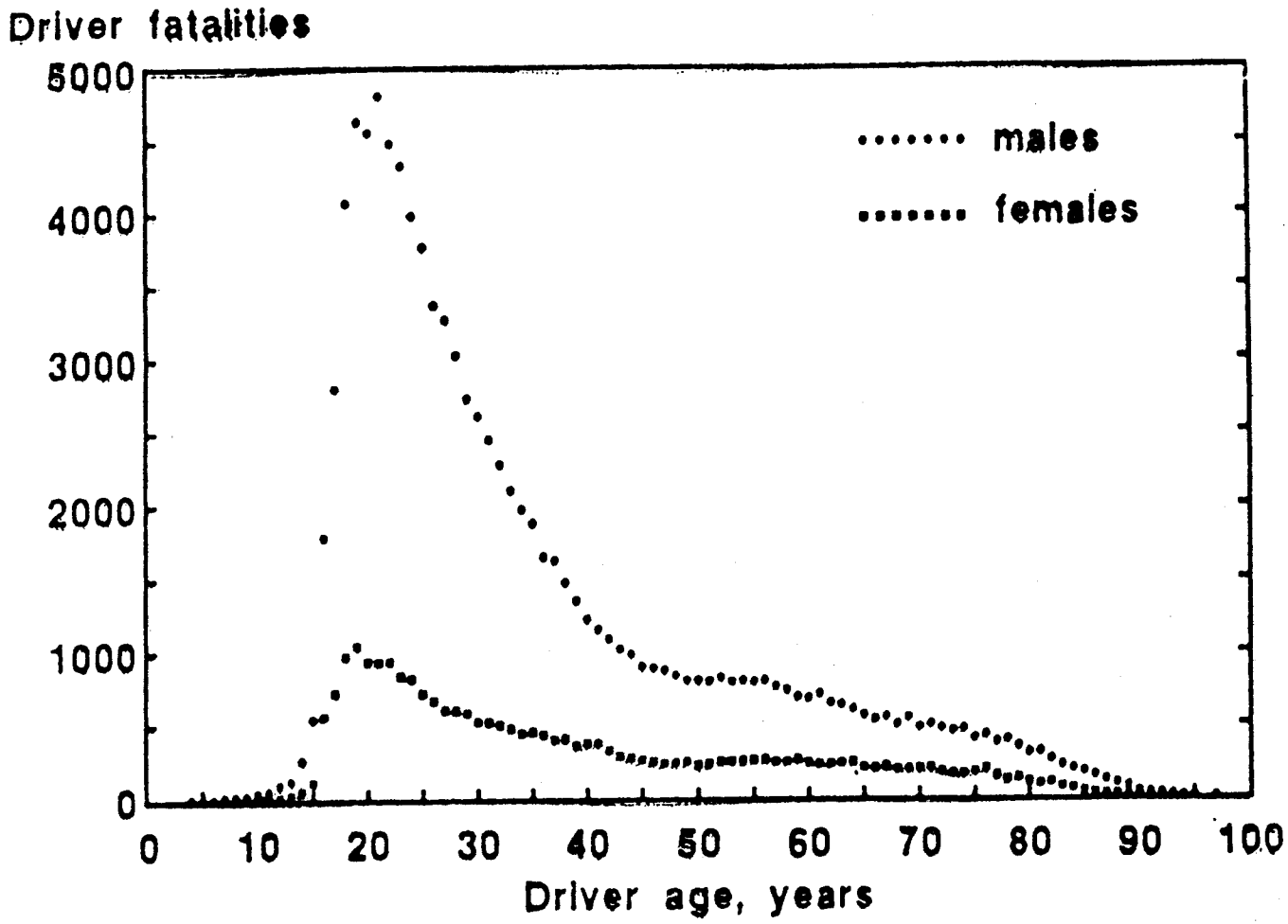
高齡駕駛的重要性

- 高齡者佔全國國民的比率、駕駛人數與里程數持續上升
- 年齡是影響駕駛事故發生率的重要因素之一

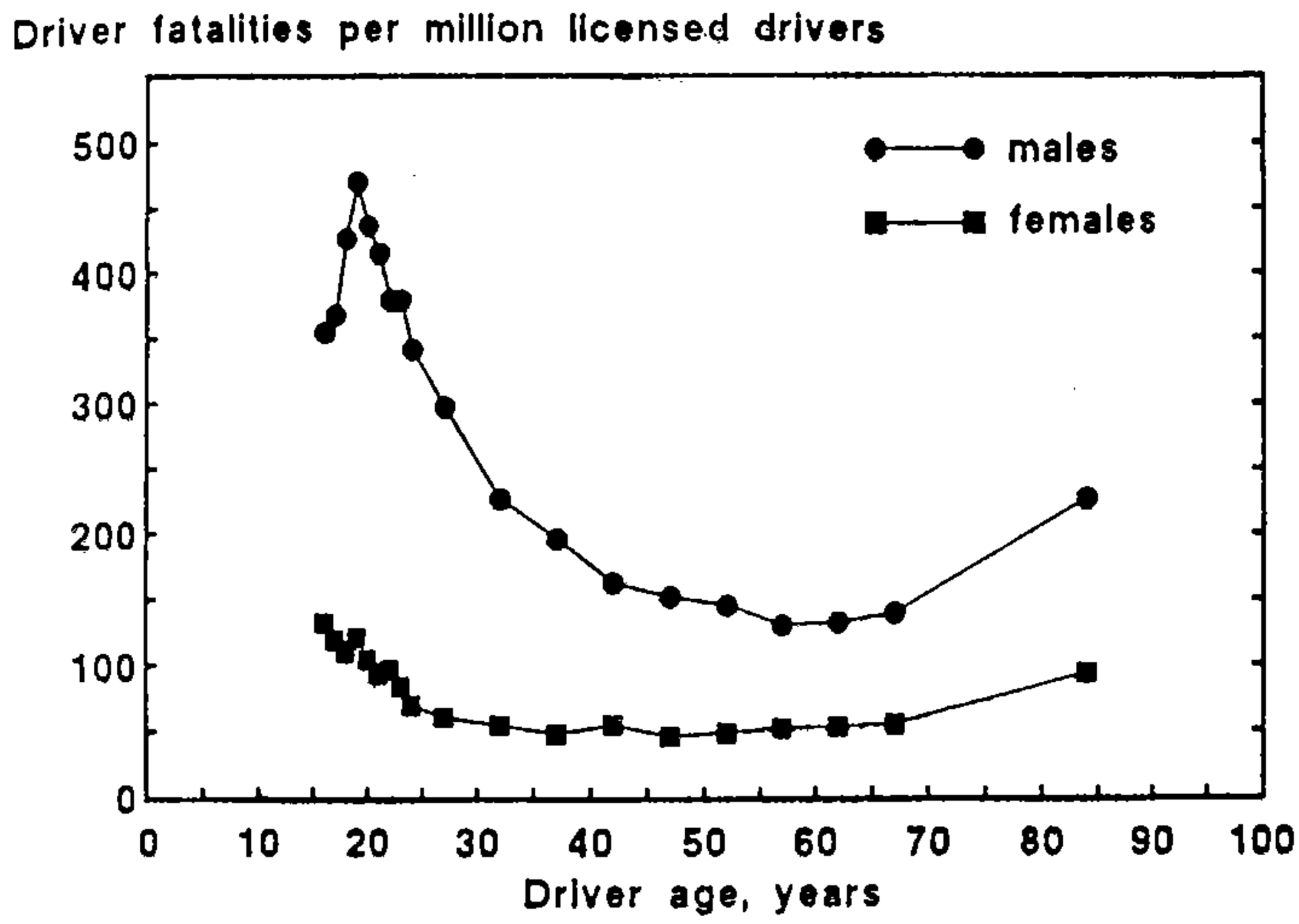
— 許多研究指出駕駛者年齡在55～60歲以上，每英哩的肇事率逐漸升高

— 高齡者騎腳踏車、行人的單位人數意外事故率較高

— 美國商用及民航客機駕駛員的千人事故率與年齡無關，但隨著年齡的增加，喪失飛行執照的比例升高
飛行員：60歲爲上限

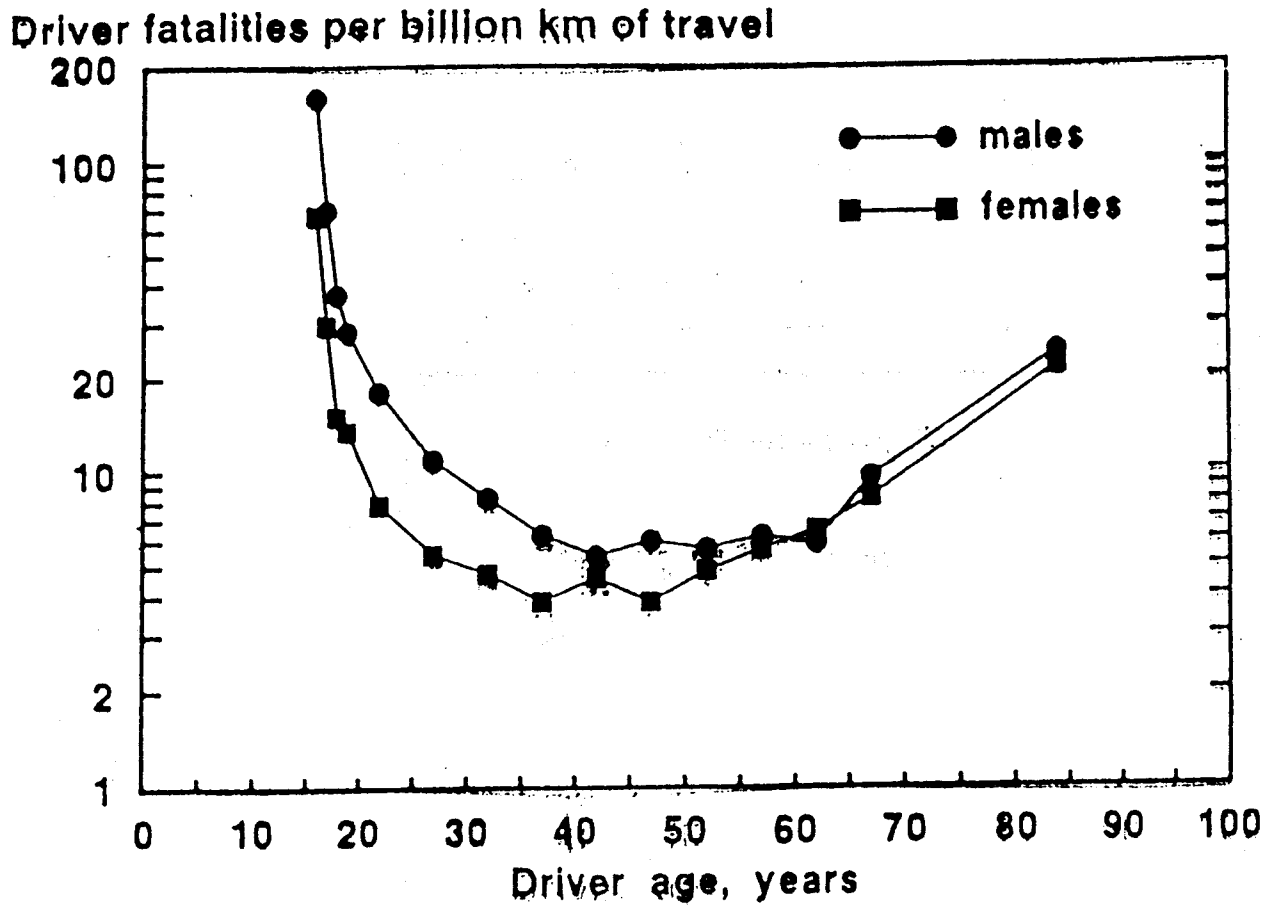


各年齡層男女性『駕駛者』的死亡人數 *(FARS, 1981-1985)*



各年齡層男女性『每百萬駕駛者』的死亡人數 *(FARS, 1983)*

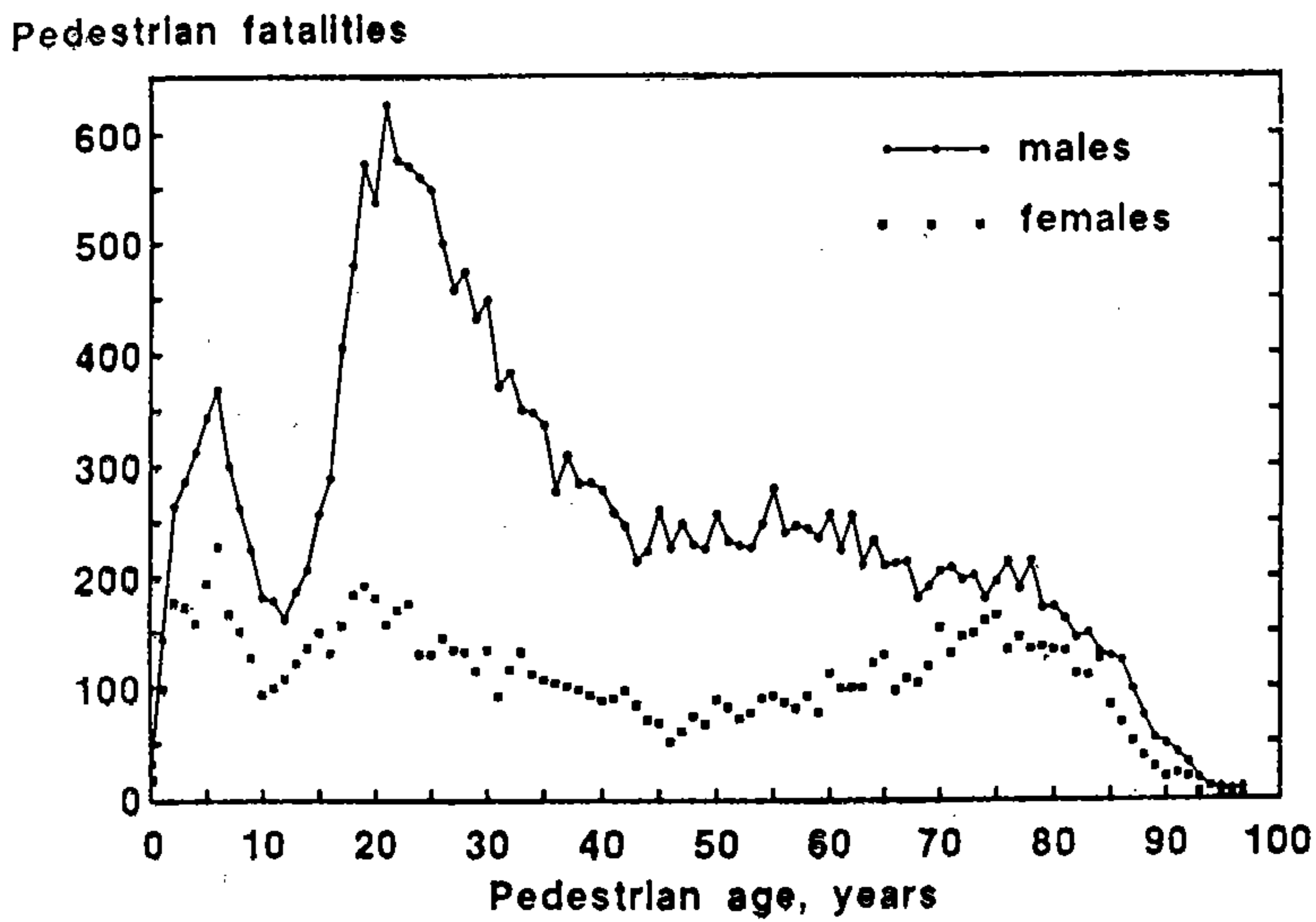
Evans [1988c].



各年齡層男女性『每駕駛十億公里』的駕駛者死亡人數

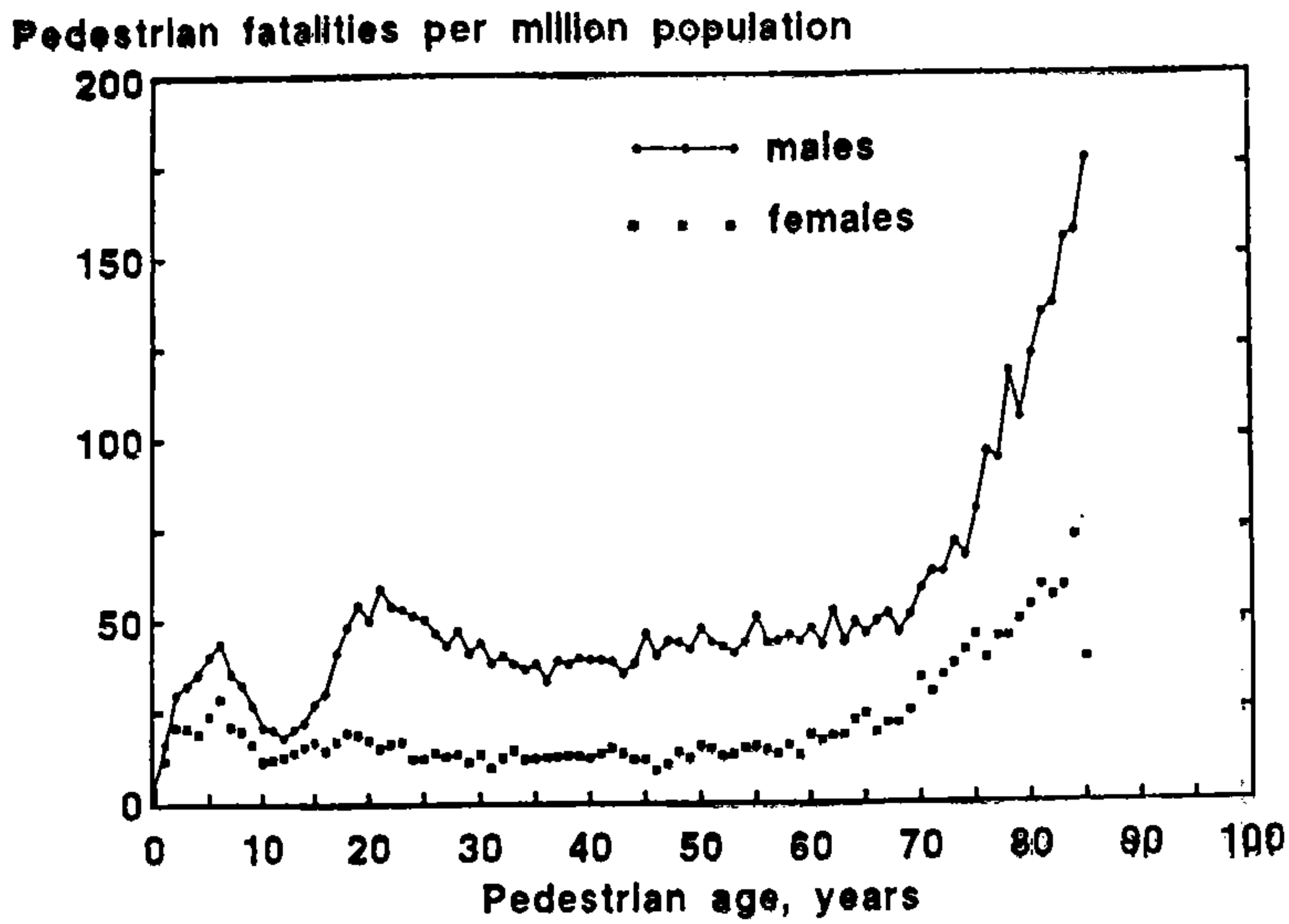
From Evans [1988c].

(FARS, 1983)



各年齡層男女性『行人』的死亡人數 *(FARS, 1981-1985)*

From Evans [1987].



各年齡層男女性『每百萬人口』的『行人』死亡人數 *(FARS, 1981-1985)*

表1、民航飛行員年齡與飛行事故之分析

年齡	飛行員人數	飛行事故次數（預期值）	飛行事故次數（觀察值）	千人事故率
16-19	330	2	8	24
20-24	12,565	92	180	13
25-29	25,735	189	258	10
30-34	36,770	270	355	10
35-39	41,735	308	272	7
40-44	34,532	253	207	6
45-49	29,556	217	166	6
50-54	20,295	149	131	6
55-59	18,609	137	109	6
60+	18,764	138	87	5
合計	23,889	1,753	1,753	

註：美國國家運輸安全委員會及聯邦航空總署1981年資料

表2、美國民航駕駛員喪失飛行執照與年齡之關係

年　　齡	< 30	30～34	35～39	40～44	45～49	50～54	55～58
每千人每年喪失執照之比率	3.61	3.63	4.68	7.42	12.52	24.19	46.71

註：美國民航駕駛員協會1971年資料

除年齡以外的其他因素

性別： 男性車速較快、較易酒醉駕車，女性駕駛技術較差、容易分心、視而不見。

經驗： 由複雜而混亂的交通環境中，辨視出相關的資訊。

酒精： 影響感覺、協調、評估風險的能力。

藥物： 種類繁多，特定的效果不明確。

疲勞： 每週開車少於55小時的卡車司機較少發生事故(1949,USA)

意外事故癖： 缺乏訓練，30歲以下，男性勞工，具反權威、侵略性、或社會不適症。

意外事故的環境

(1) 不良的道路設計：路線、路口的設計不當，造成視線死角。

(2) 不良的駕駛環境：天候不良、路面潮濕打滑、積水、缺乏維修。

(3) 不適當的路標、照明：路標不清楚、照明不足。

(4) 不預期的障礙：道路施工、靜止的車輛、其他物品。

•高齡者一旦發生事故，會引起較嚴重的傷害與併發症。

$R_{\text{males}}(A) = e^{0.0231(A-20)} = 0.630e^{0.0231A}$

$R_{\text{females}}(A) = 1.3 \times e^{0.0197(A-20)} = 0.877e^{0.0197A}$

R值爲假設撞擊的程度相同，致命的機率會是駕駛者爲20歲的幾倍？

男性每增加一歲，致命的機率增加$(2.3 \pm 0.2)\%$

女性每增加一歲，致命的機率增加$(2.0 \pm 0.2)\%$

70歲致命的機率約爲20歲的三倍。

因此，各國對高齡駕駛的問題都非常重視。

高齡駕駛問題

1. 人的視覺、注意、認知能力隨年齡的增加而降低，造成高齡者的反應遲鈍或無法做出正確的反應。

2. 同一年齡層的高齡者，其各別差異比年輕人大。

3. 交通系統的設計都以年輕且身心健康的駕駛爲主要考慮。

4. 駕駛者一旦取得駕照後，每隔幾年，不需再測試即可換照。高齡者可能會在（近似）意外事故後、以及家庭壓力下停止開車。

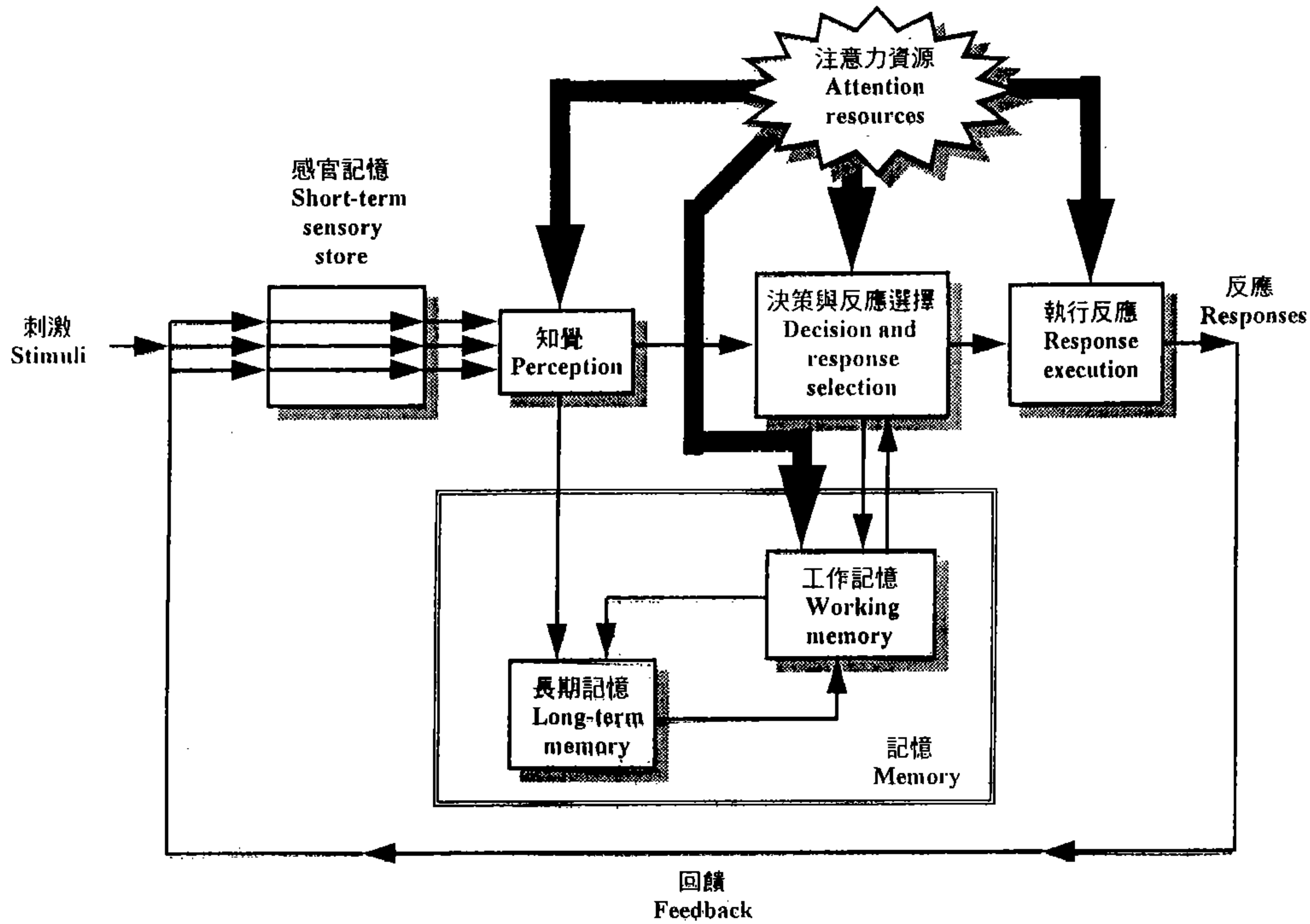

注意力資源
Attention
resources
感官記憶
Short-term
sensory
store
刺激
Stimuli
知覺
Perception
決策與反應選擇
Decision and
response
selection
執行反應
Response
execution
反應
Responses
工作記憶
Working
memory
長期記憶
Long-term
memory
記憶
Memory
回饋
Feedback

圖 2　資訊處理模式

反應時間(reaction time)包括

- 感覺時間(perception time)
- 決策時間(decision time)
- 運動時間(movement time)

受預期(Expectancy)與複雜度(Complexity)影響。

視覺能力的退化

駕駛過程中，有90%的外來資訊依賴視覺獲取。

隨年齡的增加而逐漸退化的視覺能力包括

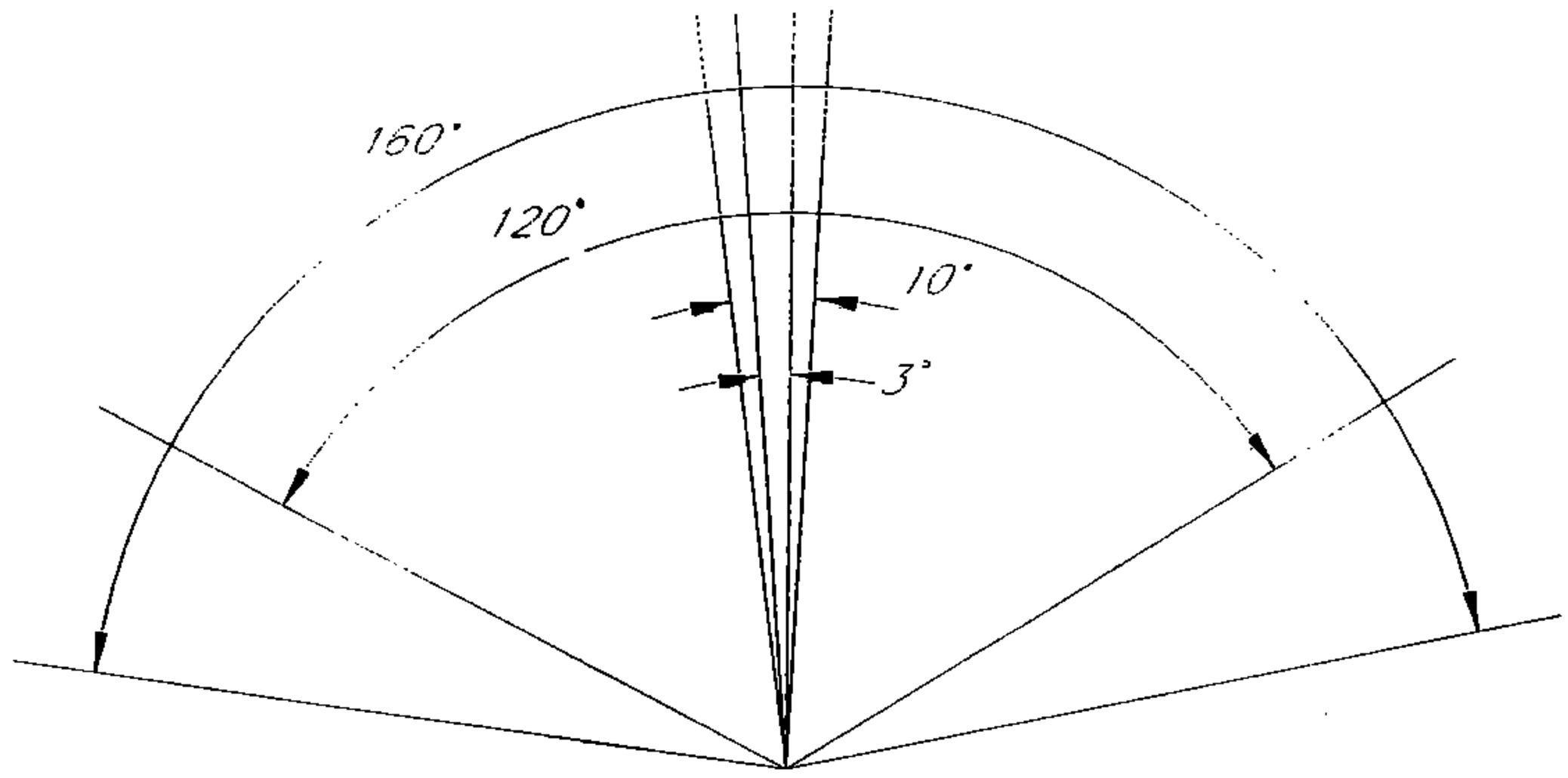
動靜態視力： 65歲以上，將有5%的視力低於0.5。60歲以上駕駛者可以辨識公路標誌的距離，爲25歲駕駛者的65%-77%。

視野： 3^0以內是最精確的範圍，10^0以內可以看到標誌，以外視力快速遞減。120^0至160^0範圍內，可以偵測到物體的存在。

深度感： 判斷與他車間的相對距離，物體在空間的位置。

2.00
1.50
1.00
0.50
0.10
0.05
0.01
Visual acuity
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
Age in years

圖 3　視力與年齡的關係


160°
120°
10°
3°

暗視力： 駕駛儀表板的亮度不夠、低照明的駕駛環境。

對眩光的敏感度： 會車時，由來車所產生的強光。出現在1^0以內的效果是5^0的三倍。

調焦力： 在駕駛儀表板與車外遠距離的視覺刺激來回調整。

辨色力： 顏色是判斷交通號誌的主要依據，標準化各種燈光的位置，可改善問題。

聽力： 不是駕車時必要的能力，但有助於估計時速、換檔變速操作。

影響駕駛作業安全性的因素

1. 視覺感官能力：
2. 處理資訊的能力：在有限的時間內，讀取路標、做出適當的反應、進行速度與距離的評估
3. 預計與評估交通路況：以現在資訊中，預計未來情況
4. 分時作業的能力：過於專注在開車，而忽略了紅綠燈或停讓的交通標誌
5. 認知運動協調能力：

－ 以方向盤、油門、和煞車同時控制車輛的水平與垂直位置。

－ 左轉、改變（併入）車道、倒車、駛離停車場。

－ 高齡者看到燈號改變後，釋放油門踩煞車的反應時間較長。

6. 權衡速度與謹慎的優點，設定安全臨界點：如闖黃燈、跟車距離

解決方法需合法、合理、便宜

1. 以迅速、有效而低成本的方法，取消危險性高的（高齡）駕駛者其駕駛資格

- 取消駕駛危險性超過某一特定限度的高齡駕駛
  - 高齡者的身心狀況個別差異比年輕人大。
  - 任意取消駕駛執照被視爲侵犯人權，違反各國法令，且增加老人家庭、朋友、親戚、與社會的潛在負擔。
- 以視覺測試、認知形態、選擇注意力、反應時間測試獲取資訊、認知、運動協調的能力。
  - 駕駛績效沒有適當的衡量方法。
  - 意外事故的發生，很少由單一可辨識原因所引起。

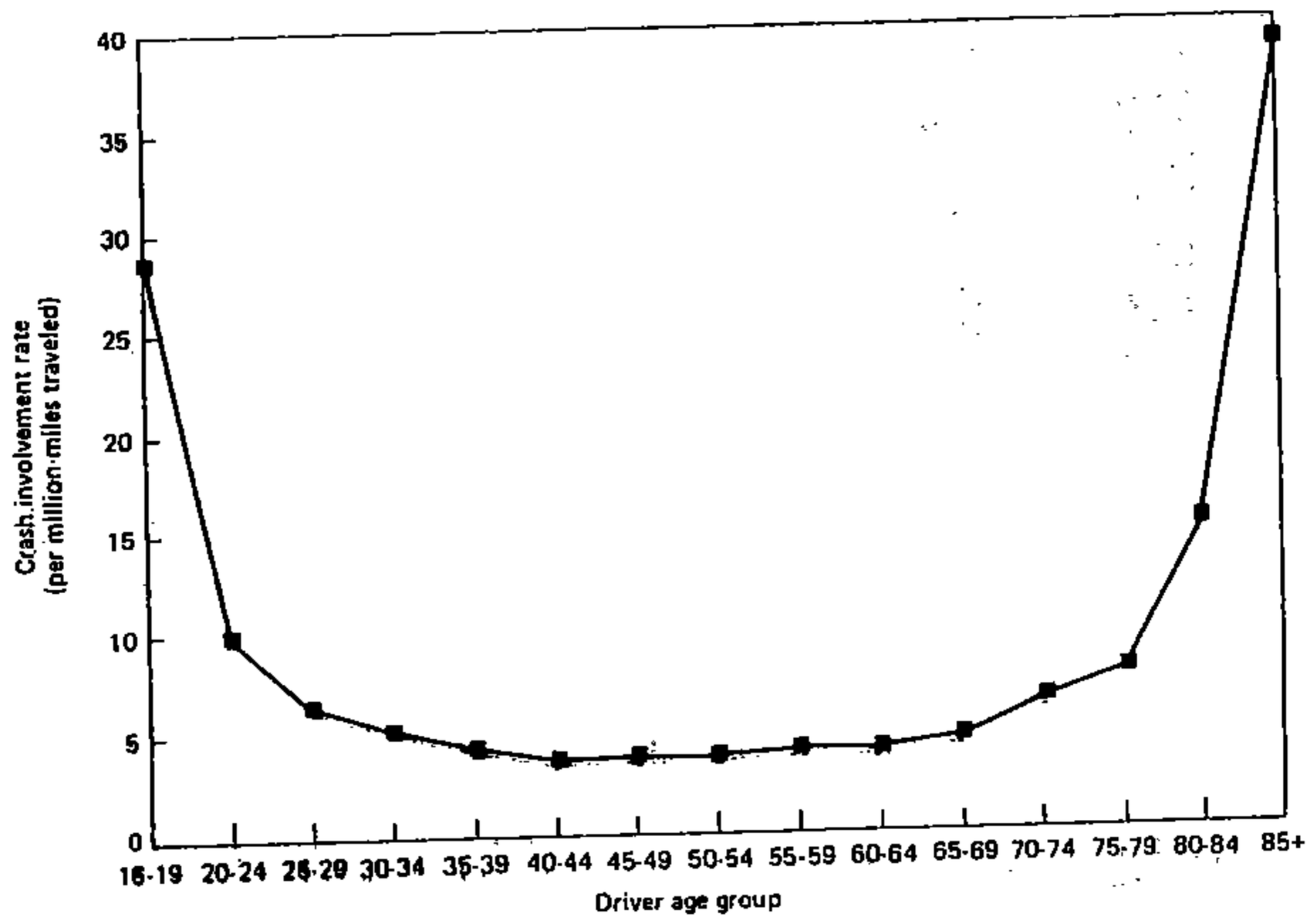
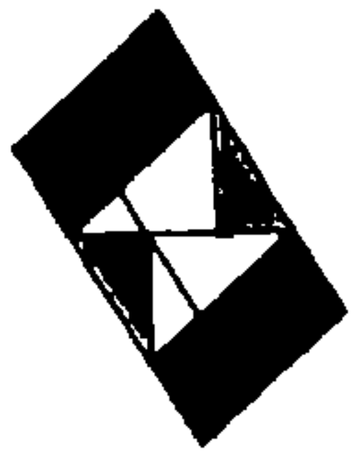
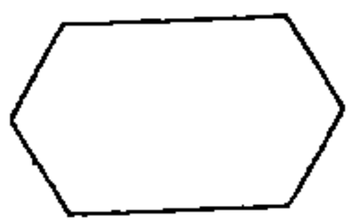


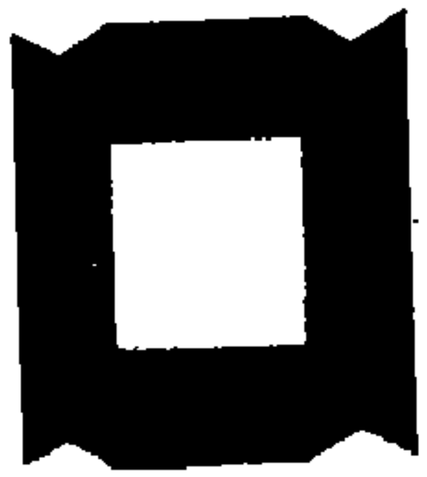
圖13　駕駛者年齡與百萬哩程肇事率之關係

嵌藏圖形測試：由『複雜圖形』中辨識出嵌藏其中的『簡單圖形』





『簡單圖形』



『複雜圖形』

2. 教育訓練駕駛員：

- 接受訓練課程後，可減免保險費。
- 研究顯示接受駕駛教育或訓練課程後，違規的比率較低，但並未減低意外事故發生率。
- 有許多技術必須經由嘗試錯誤學習。

3. 車輛控制與顯示器的設計

- 儘量降低視覺負荷：

– 使用抬頭顯示器、重排儀表板的顯示器、中程車燈、分別適用於白天/晚上的後照鏡。

- 多重感知的方式：

– 超速會鳴笛、沒汽油會有閃爍燈光、顏色編碼、第三煞車燈、近距離障礙偵測系統。

- 強調刺激與反應間的配合度：

- 提供明確的回饋：

– 遠車燈、方向燈

- 避免困難度高或過度複雜的操作：

– 自動排檔、動力方向盤、設定時速

4. 公路設計：

- 改善並簡化所有的標誌與指標
- 提早警告、重覆設置路標，讓汽車駕駛人有足夠時間去閱讀資訊並決定相關的動作
- 字體大小、位置、可讀性、間接照明、鮮明顏色或亮度對比

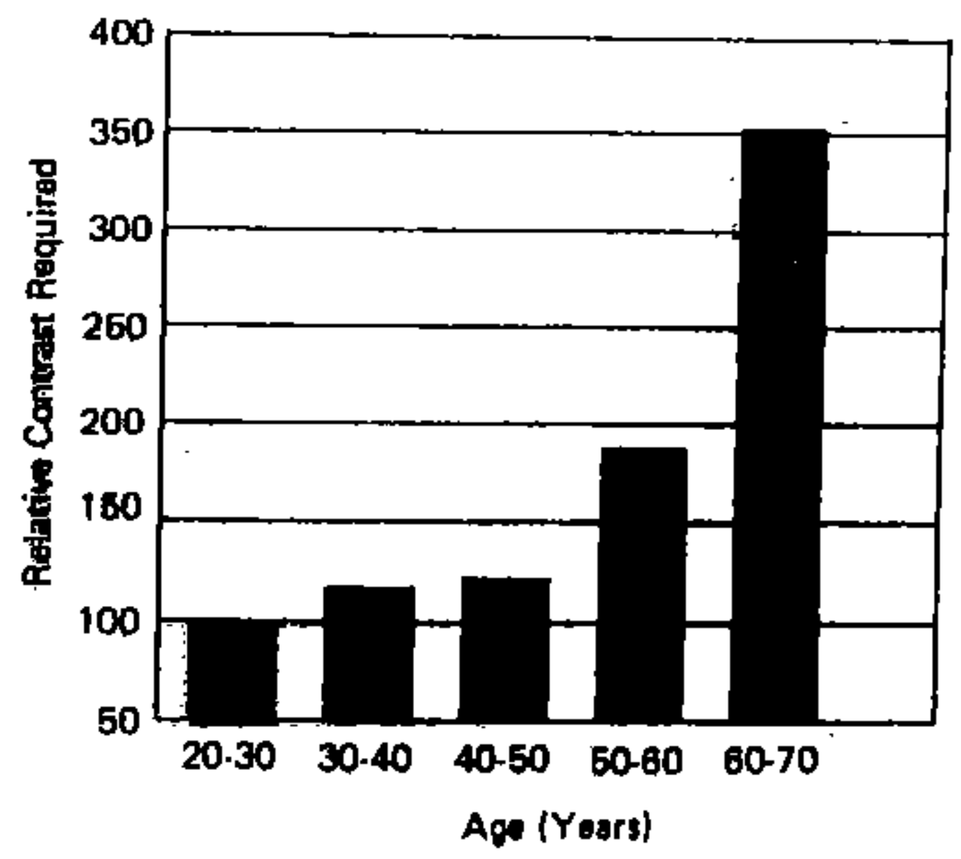
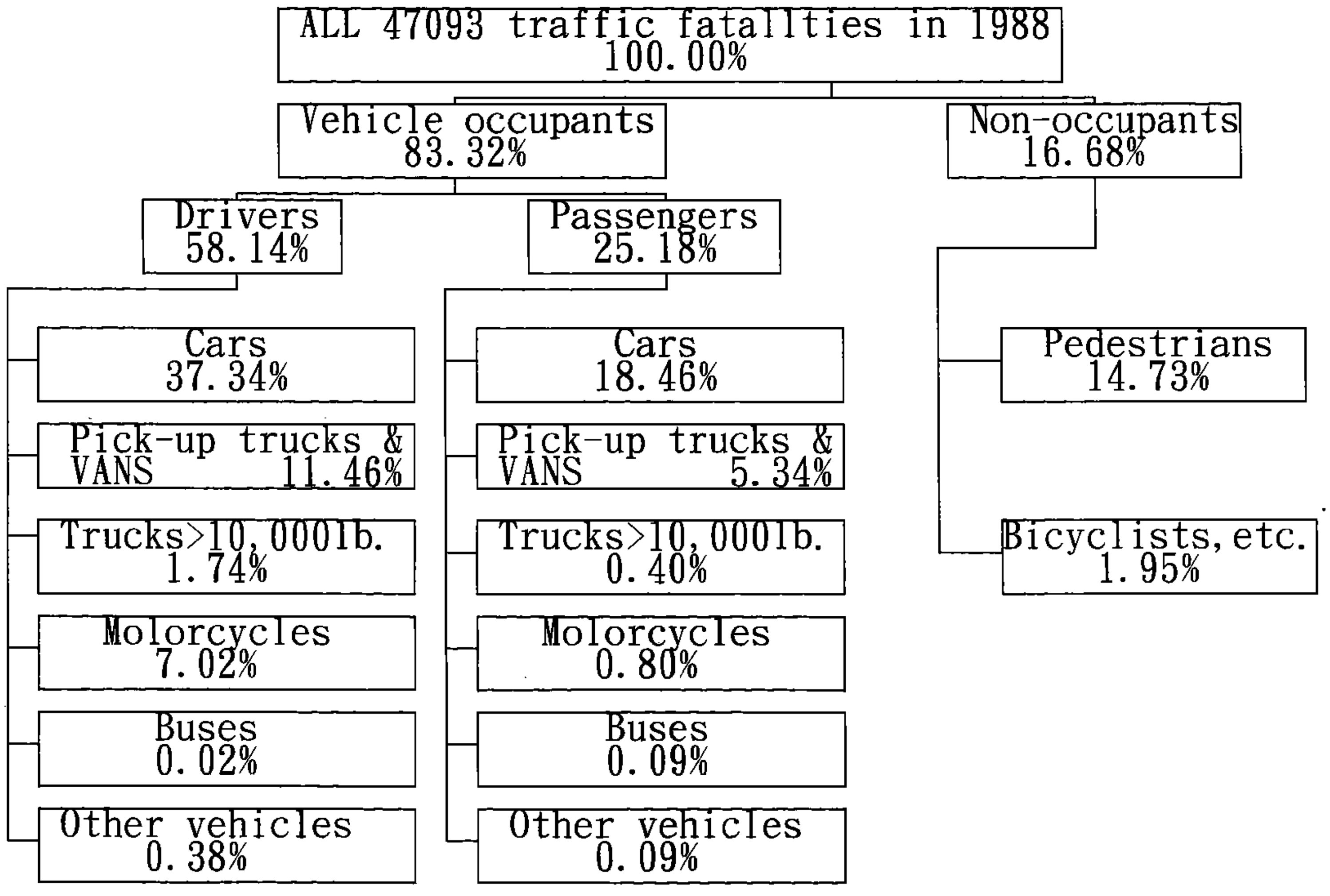


圖 4　達到相同視覺績效時各年齡層所需的對比值

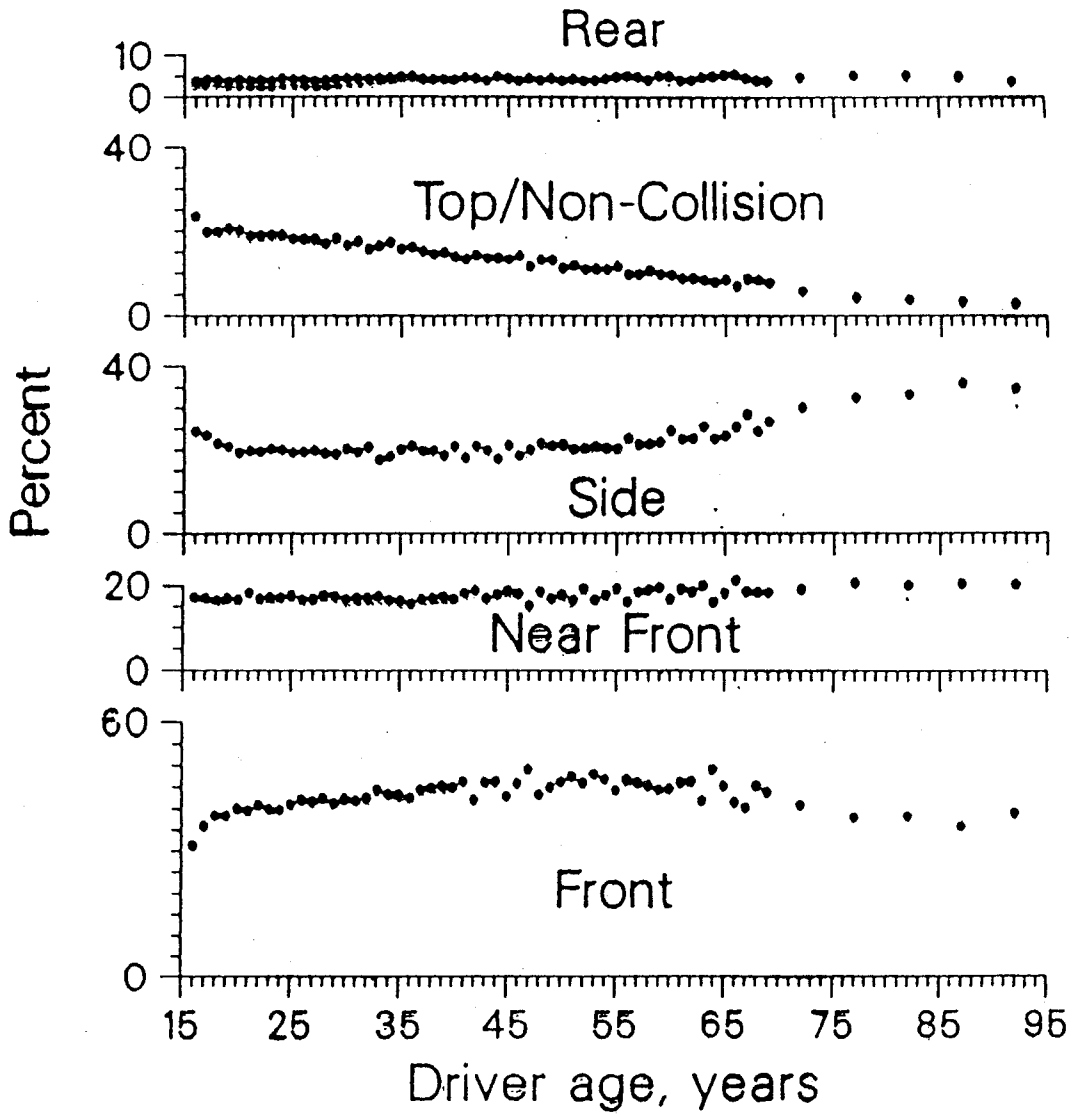
建議

- 對國內的意外事故作有系統的分析整理比較，找出致災的人爲因素與道路環境
- 加強高齡職業駕駛作業的限制與檢查：例如眼科檢查

  高齡者會自我設限：避免長途、高速、夜間、交通擁塞的路段與時段
- 車輛設計：保護高齡者的安全裝置
- 簡化公路路標：交通標誌與顯示版的簡化、改善照明
- 研究找出較有效的訓練技術與方式
- 提供高齡者與殘障者便利的大眾運輸系統



交通意外事故死亡的分布情形，車輛駕駛者與乘客占83.32%



各年齡層男女性『駕駛者』發生車禍撞擊致死的類型 *(Evans, 1991)*

附錄十

ALCOHOL ROLE IN TRAFFIC CRASH

●Measure of Alcohol

1).Measurement of amount consumed

Content by volume

Content by proof

2).Content in human body : Blood Alcohol Concentration (BAC)

Mass of alcohol／volume of blood

BAC ～ 100% × g/mL

故一公升血液中有一公克酒精約為0.1%BAC

3).Amount of alcohol in breath

Drunkometer , Breathalyzer

0.1% BAC → 1公克酒精／2100公升呼氣

●酒精的吸收過程

1).由胃、小腸吸收

2).大部分由肝分解，少許由呼吸、尿、汗排出

3).身體吸收速度受飲用量、濃度、消化道內食物之影響

4).酒的飲用與BAC關係圖

●酒精對人的影響

1).BAC愈高，影響愈大
2).影響以acute intoxication 時最大，elimination 時較少
4 小時之後之效應稱 hangover
3).生理影響
4).情緒影響
5).行為影響
Survivability
Performance
Behavior

●行為影響

1).Survivability

體內有酒精，車禍致死的可能性較高

2).Performance

Reaction Time, Tracking, Vigilance,
Divided Attention, Information Processing,
Visual Function, Perception,
Psychomotor Skills, Driving

3).Behavior

Increased aggressive driving & general bravado

●Traffic Crash Risk and Alcohol Consumption

1).Case-control studies—BorKenstein (1964)
2).Traffic fatalities attributable to alcohol
 a).Single-vehicle crash—55%由alcohol 造成
 b).Multiple-vehicle crash—約45%由alcohol造成
 c).Non-occupants
 類似二車相撞，45%由alcohol造成
3).Overall traffic cost attributable to alcohol
 10% property damage
 20% injuries
 47% fatality
酒精為所交通損害中最重要的造成因素

反制酒醉駕車的措施

Drunk Driving Countermeasures

●二大類反制措施

1.飲用者個人為主的措施
(individual level)

2.社會環境為主的措施
(social level)

●Individual level

1).Criminal sanction
Per-Se laws 及其效果

2).On-Board driver monitoring devices
Driver performance monitors

3).Server intervention
Dram shop laws

●Social level

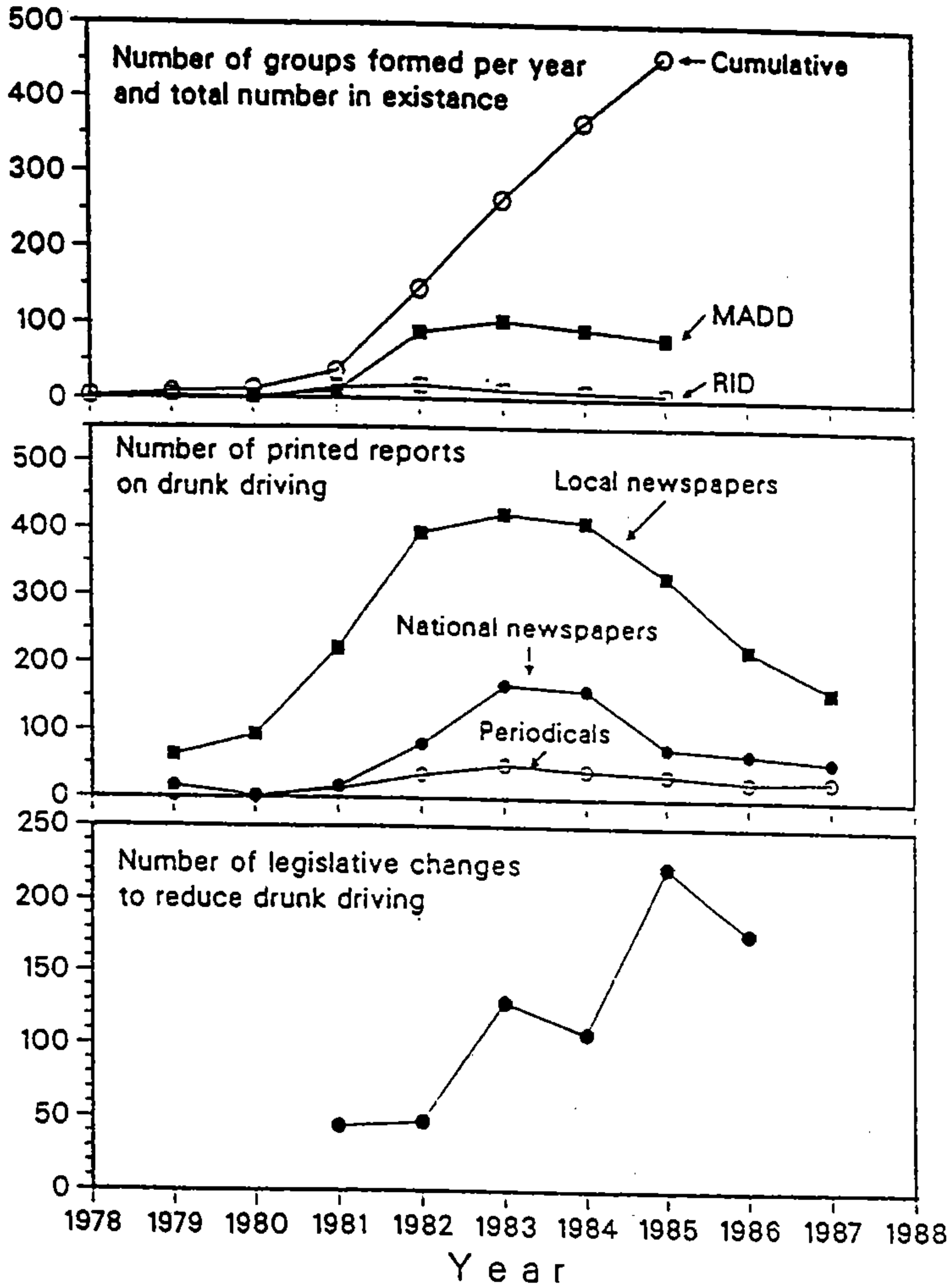
1).Economic influences
Price & tax increase

2).Restricting the availability of alcohol
Minimun drinking age laws

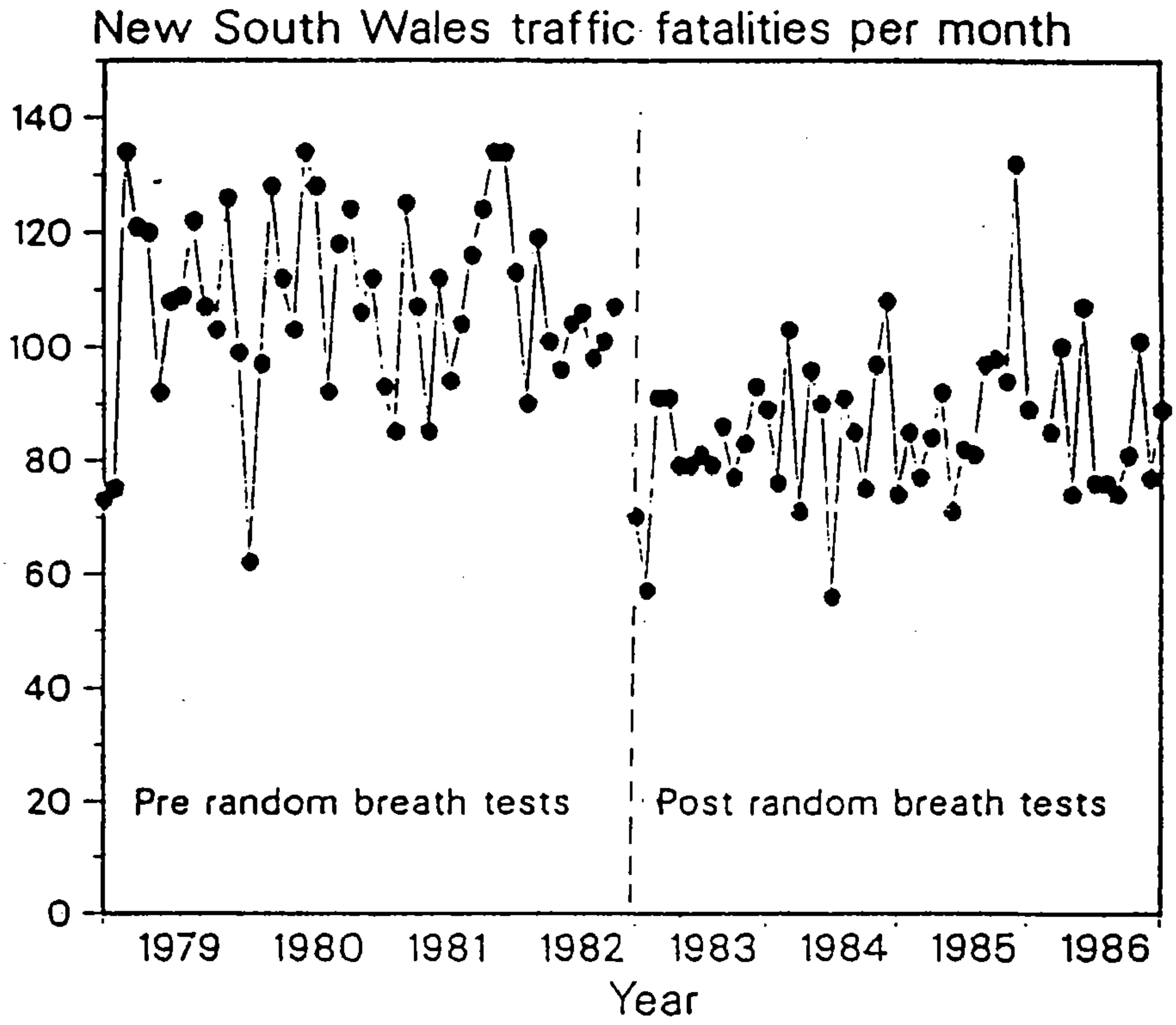
3).Social norms regarding alcohol use
Disappearance of alcohol in advertizing & programming
MADD

●總 結

1.車禍造成生命、財產的重大損失
2.車禍與酒精有關
3.減少酒精消費可以降低車禍
4.下列措施可以減少酒精消費
  1).立法懲罰
  2).提高價格
  3).使酒精不易取得
  4).減少廣告


Number of groups formed per year
and total number in existance
Cumulative
MADD
RID
Number of printed reports
on drunk driving
Local newspapers
National newspapers
Periodicals
Number of legislative changes
to reduce drunk driving
500
400
300
200
100
0
250
150
50
1978
1979
1980
1981
1982
1983
1984
1985
1986
1987
1988
Year

2,000
1,800
1,400
1,200
1,000
800
600
400
200
0
Frequency
J F M A M J J A S O N D J F M A M J J A S O N D J F M A M J J A S O N D J F M A M J J A S O N D J F M A M J J A S O N D
1966
1967
1968
1969
1970
Year


New South Wales traffic fatalities per month
140
120
100
80
60
40
20
0
Pre random breath tests
Post random breath tests
1979
1980
1981
1982
1983
1984
1985
1986
Year

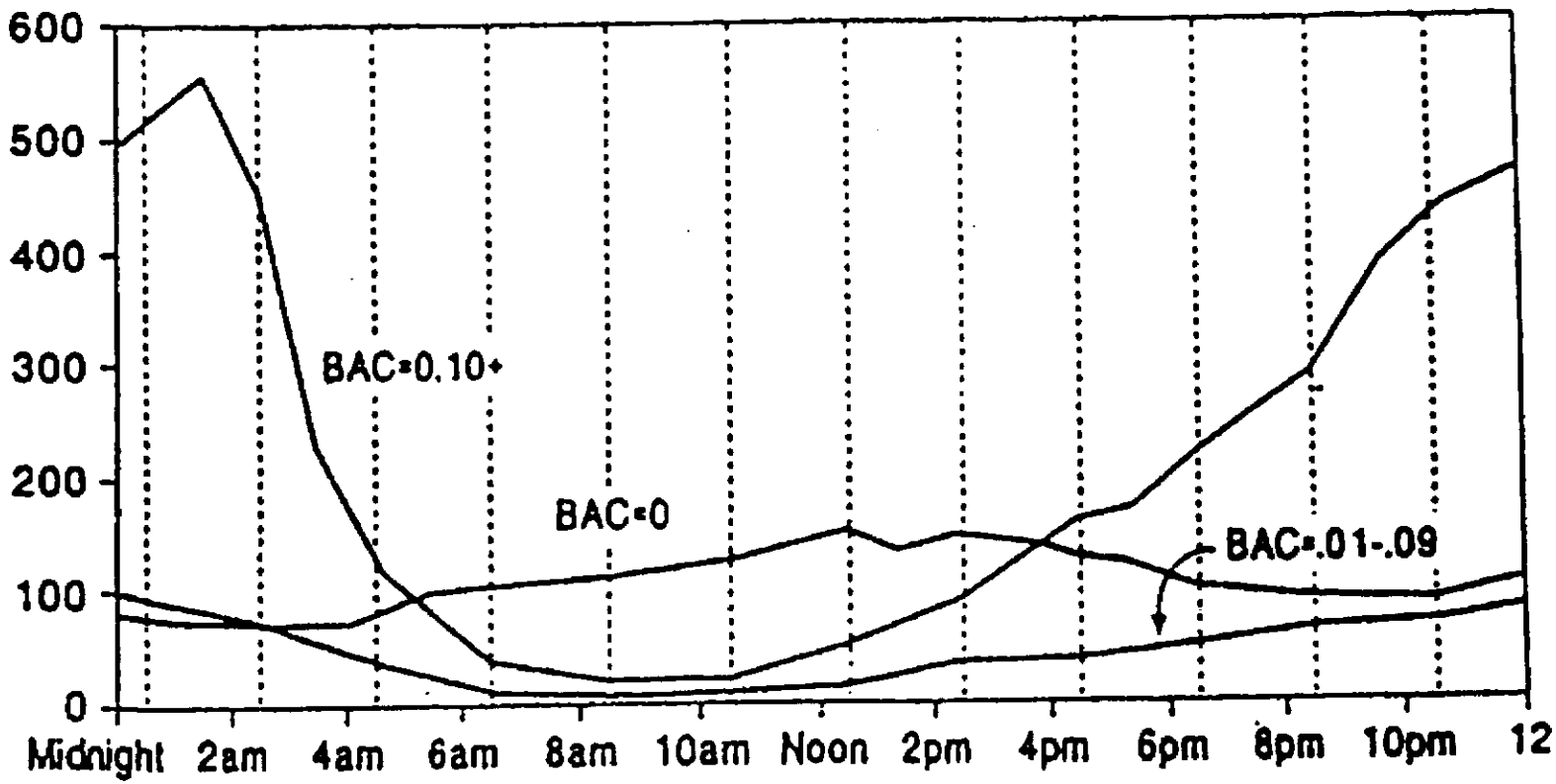
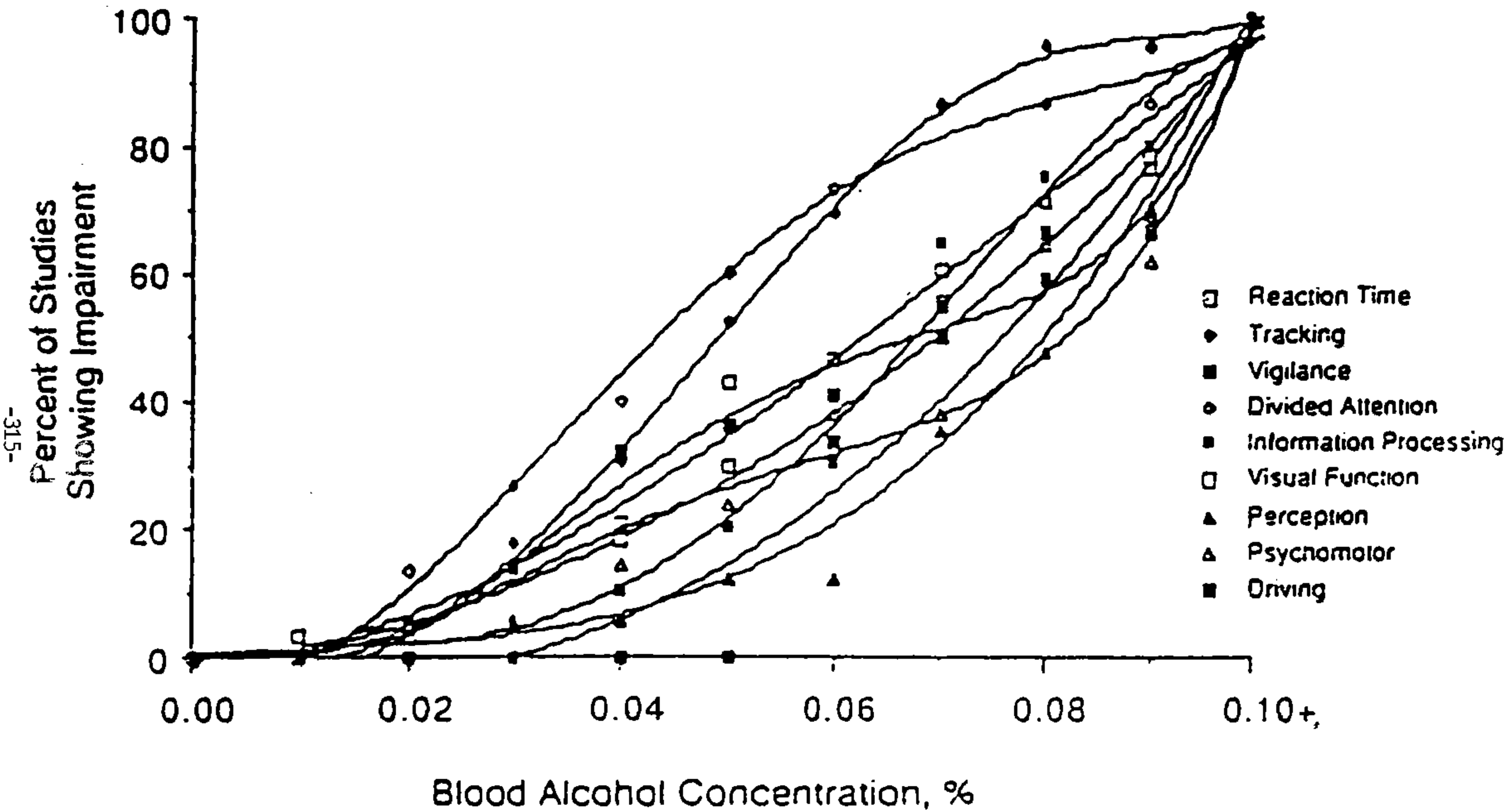
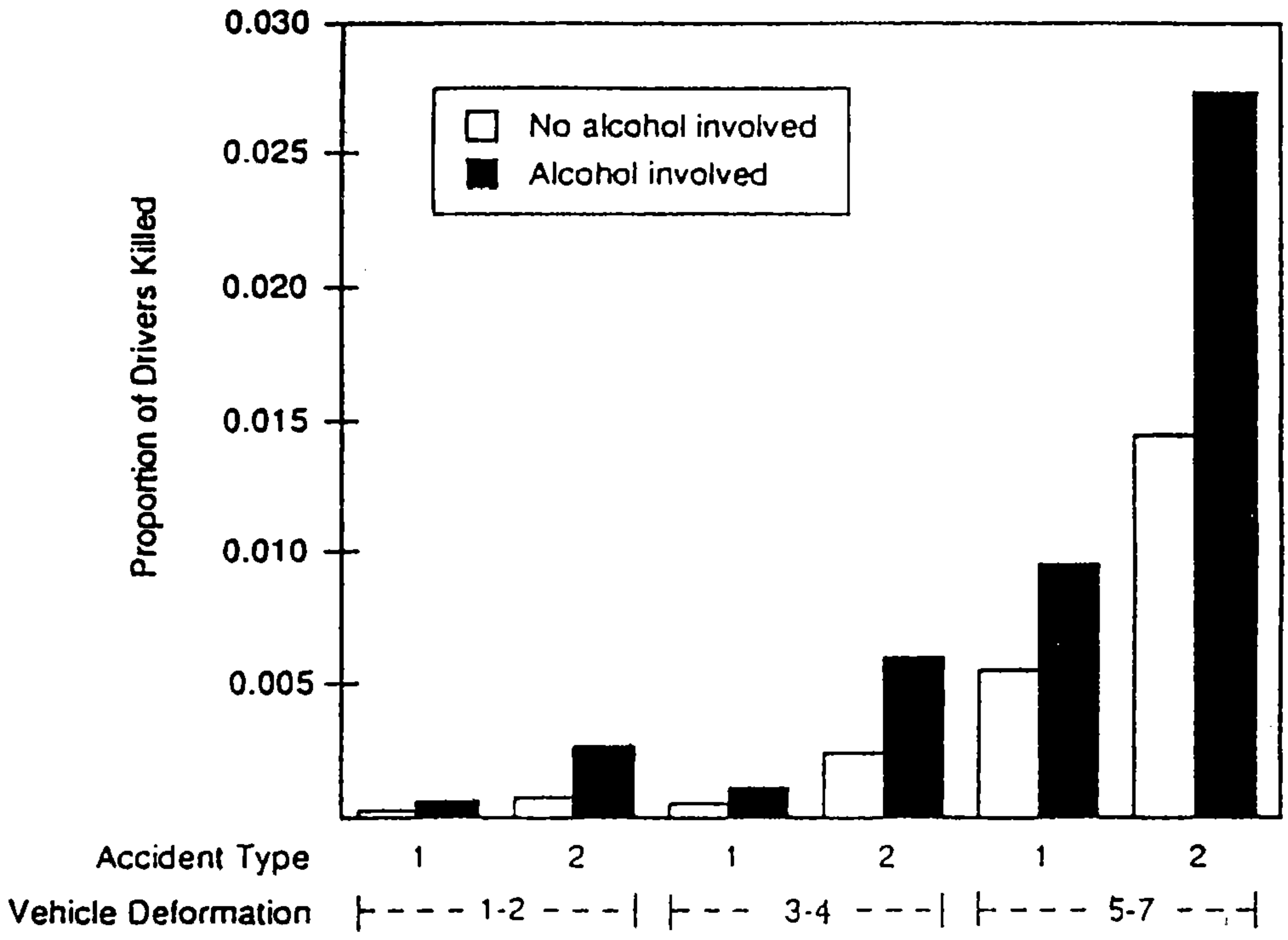
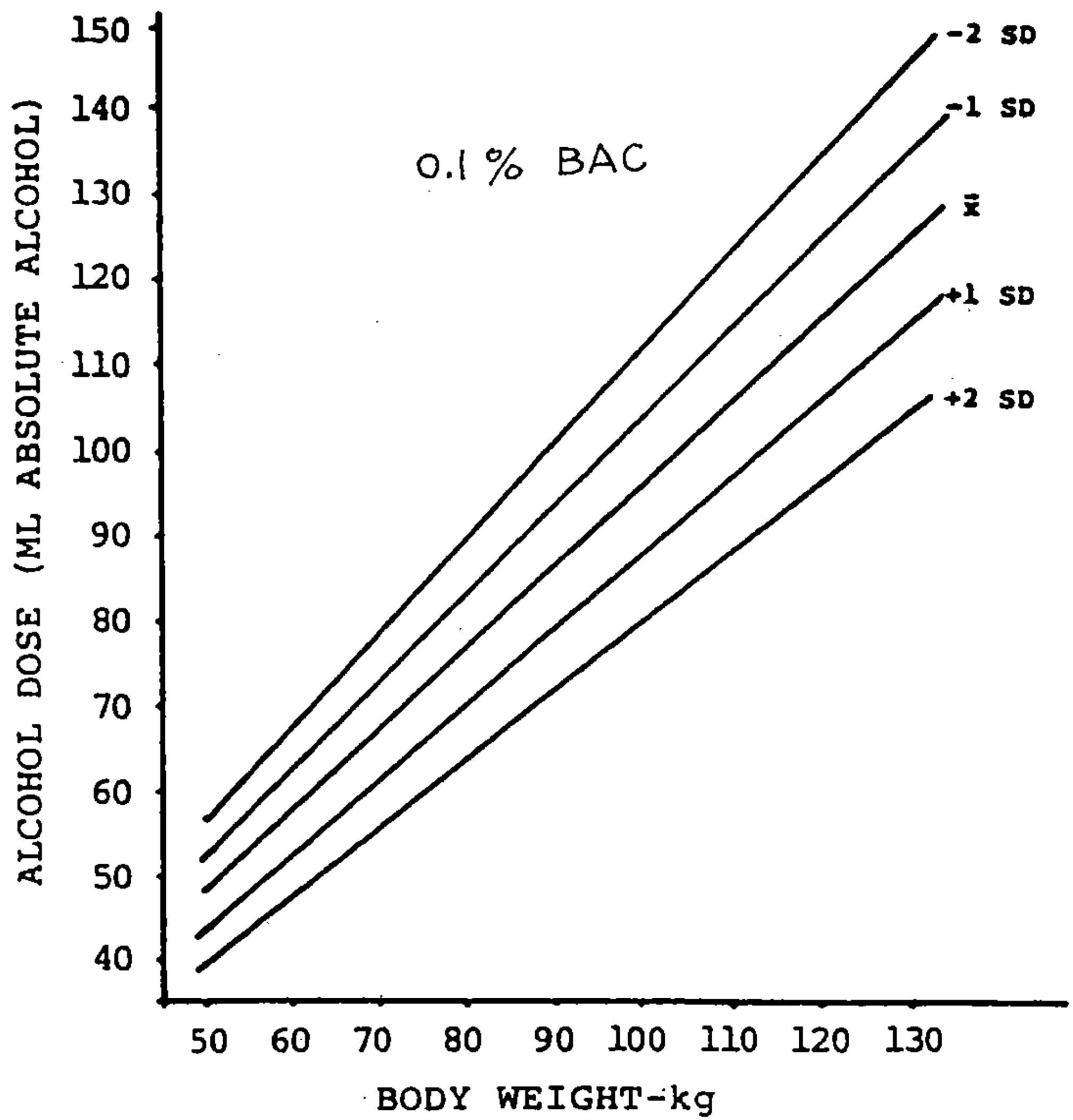


Figure 7-5. The numbers of drivers killed in single-vehicle crashes versus BAC and time of day (all days of the week combined). Based on FARS data for 15 states with high BAC recording rates (data for 1983–1985). Reproduced, with permission, from Stein [1989].


Percent of Studies Showing Impairment
100
80
60
40
20
0
0.00
0.02
0.04
0.06
0.08
0.10+
Blood Alcohol Concentration, %
Reaction Time
Tracking
Vigilance
Divided Attention
Information Processing
Visual Function
Perception
Psychomotor
Driving


0.030
0.025
0.020
0.015
0.010
0.005
Proportion of Drivers Killed
No alcohol involved
Alcohol involved
Accident Type
1
2
1
2
1
2
Vehicle Deformation
1-2
3-4
5-7


0.1 % BAC
-2 SD
-1 SD
x̄
+1 SD
+2 SD
ALCOHOL DOSE (ML ABSOLUTE ALCOHOL)
150
140
130
120
110
100
90
80
70
60
50
40
50 60 70 80 90 100 110 120 130
BODY WEIGHT-kg

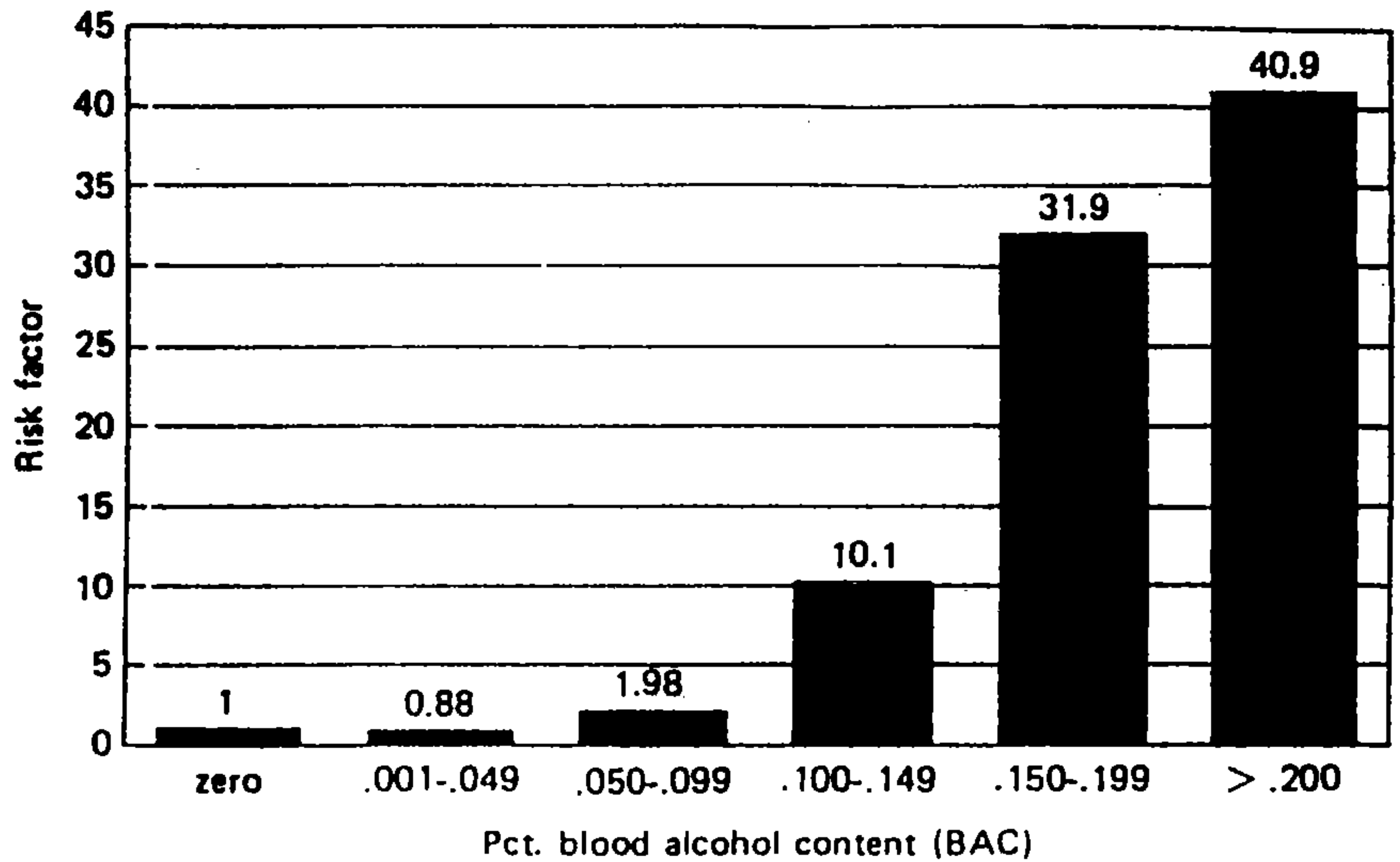
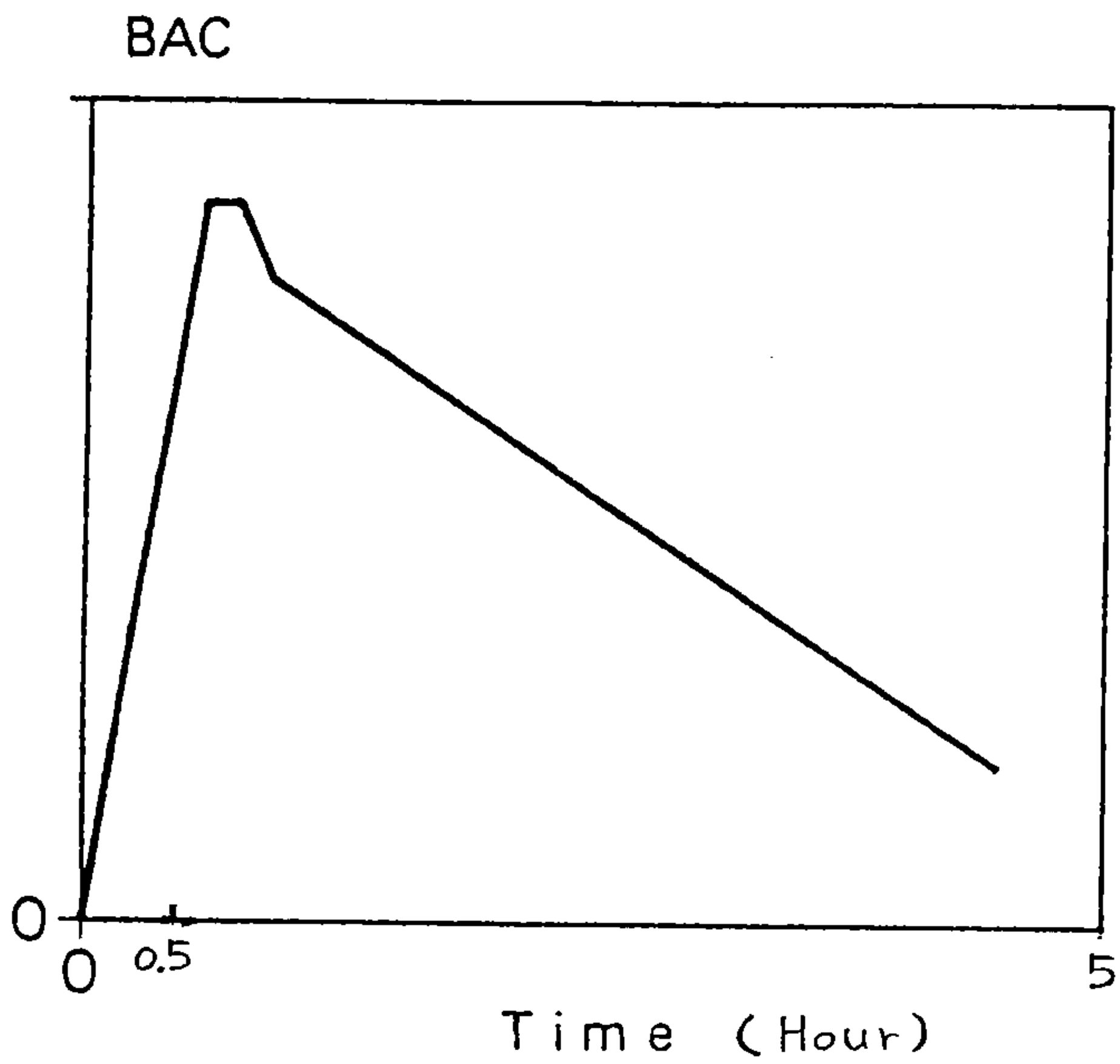
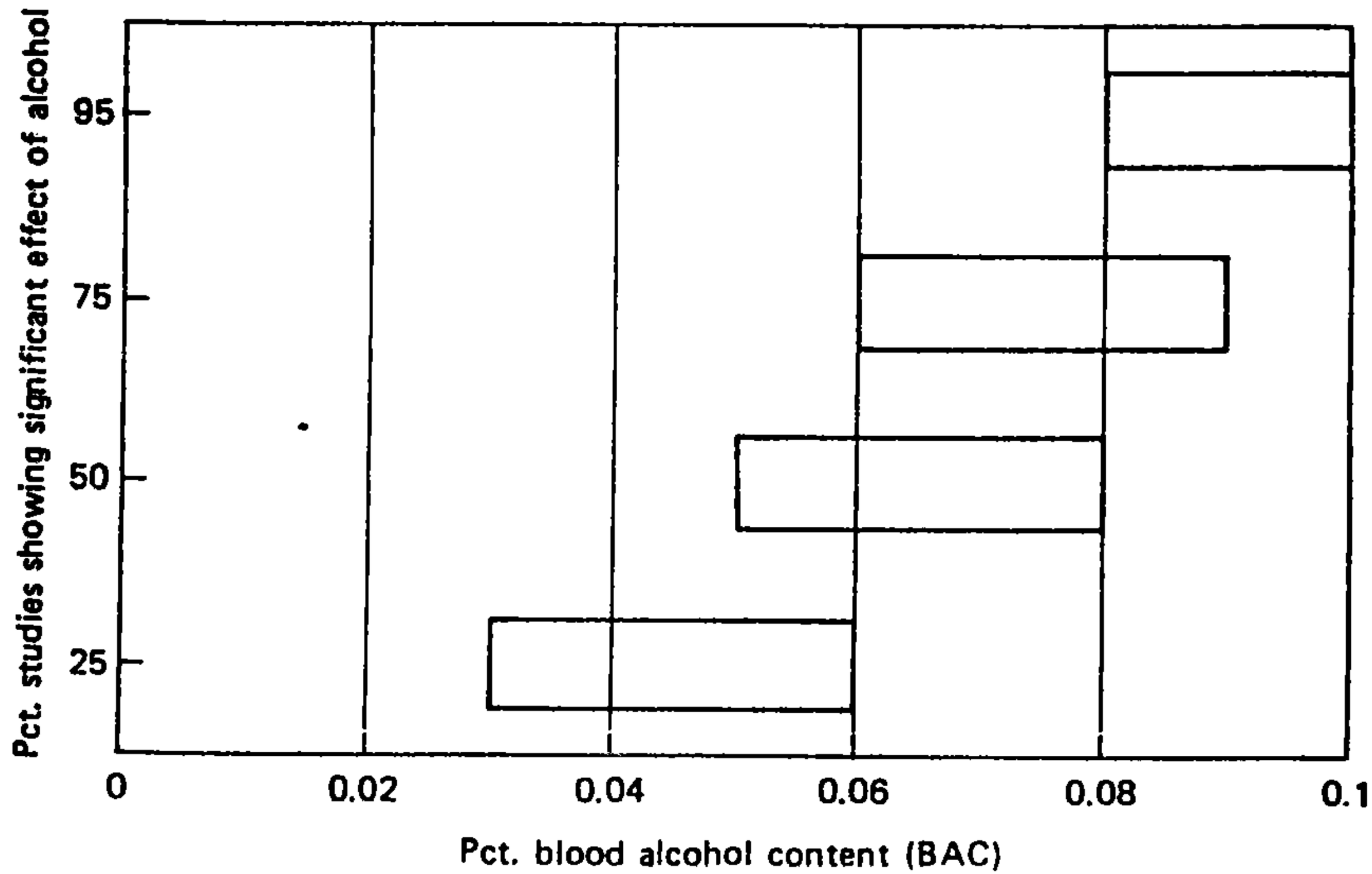


FIGURE 21-9
Relative risk of causing an accident as a function of BAC level of the driver (*Source: Adapted from Evans, 1991, Table 7-2.*)


BAC
0
0
0.5
5
Time (Hour)

Range of BAC levels at which various percentages of studies show statistically significant impairment due to alcohol. See text for types of behaviors studied. (*Source: Adapted from Moskowitz and Robinson, 1987.*)



附錄十一

人因工程在飛航安全之應用

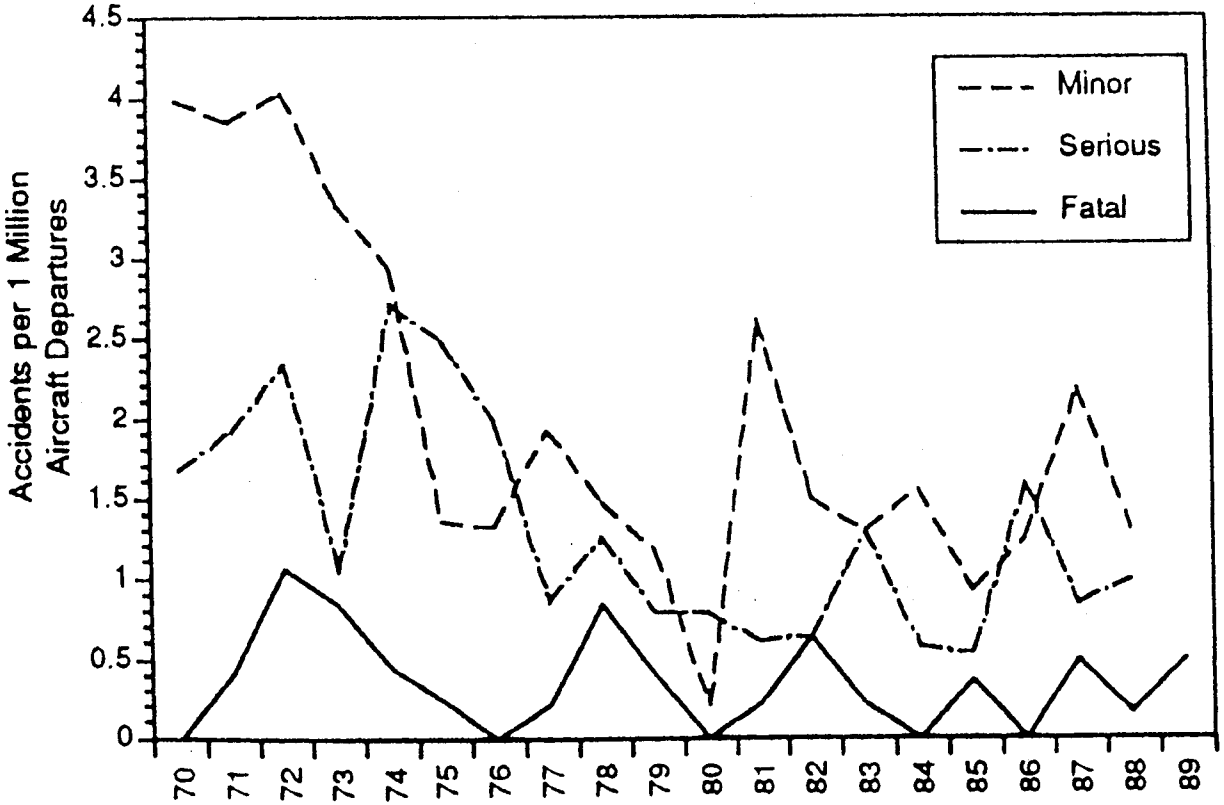
許尚華

國立交通大學工業工程研究所

中華民國八十三年八月二十六日

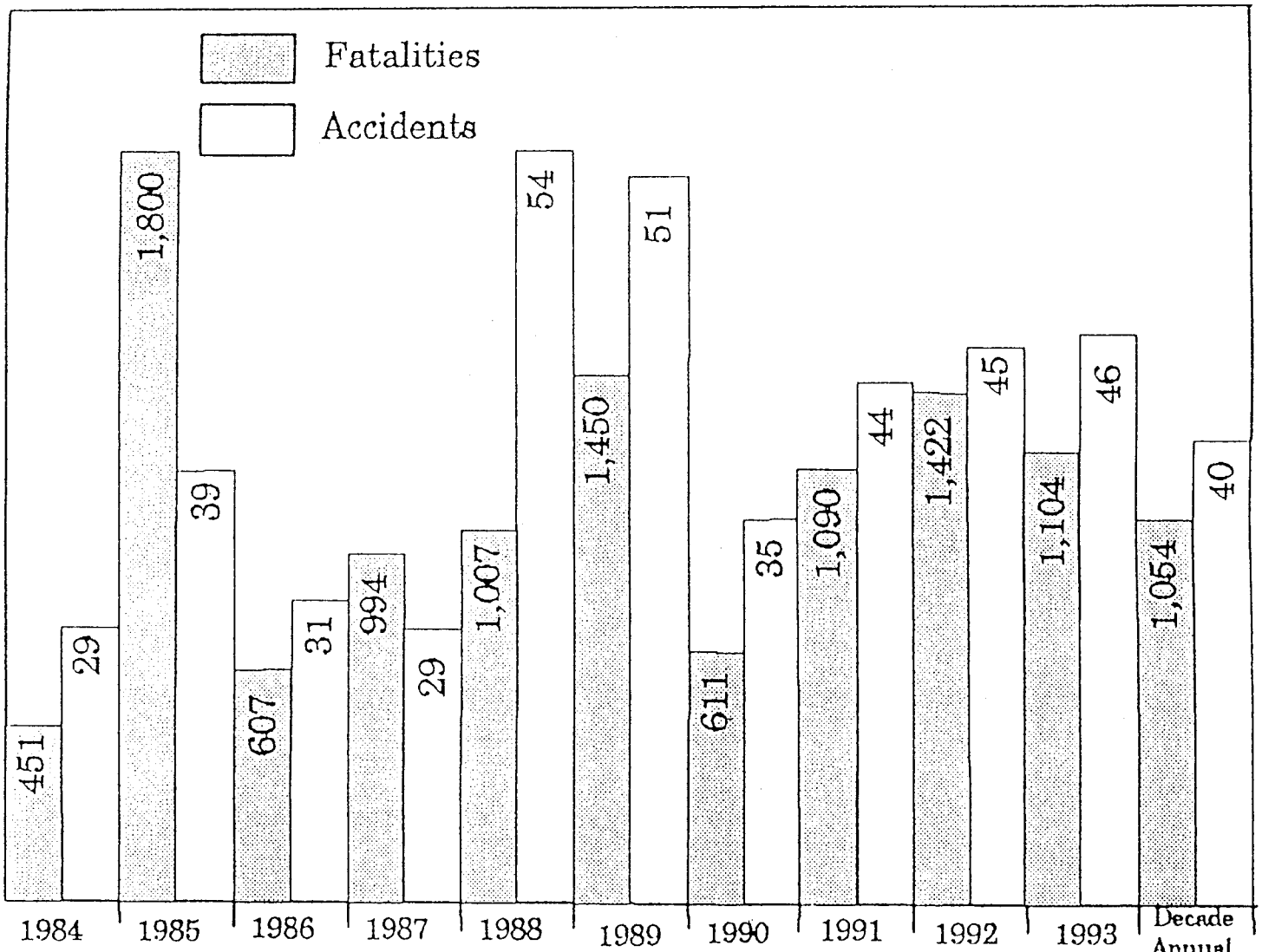
I.前言—人員於飛航安全之重要性

一九七八年美國天空開放，各航空公司爲爭取營利而增加班次。在初期的十年中意外事故時有增加。



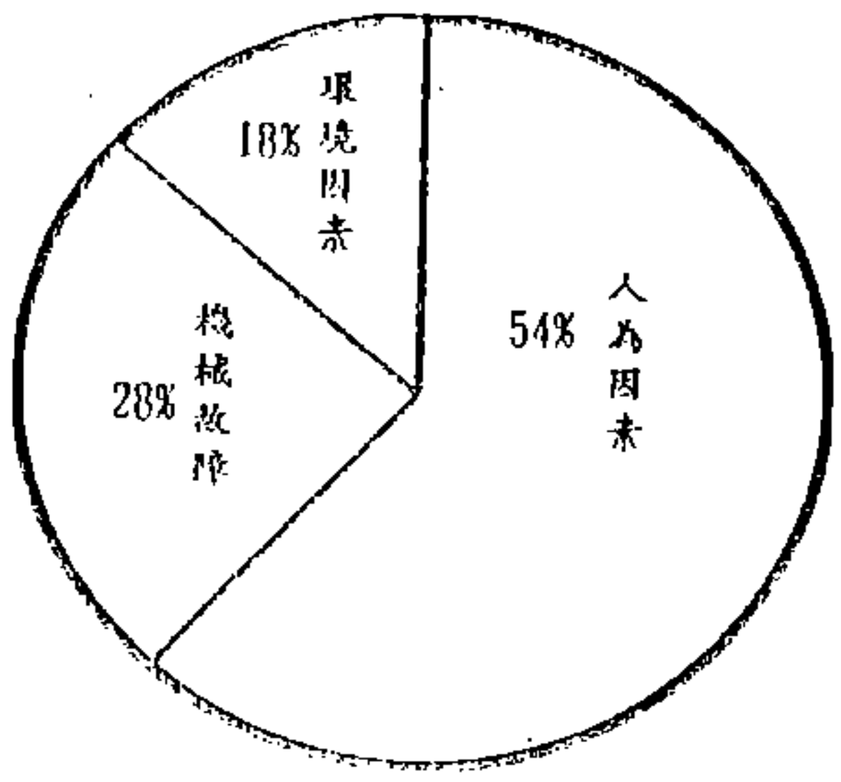
U.S. Airline Safety Jet, Carrier Accidents, 1970-1989

Fatalities and fatal accidents in last ten years



Total accidents in last ten years 403
Total fatalities in last ten years 10,536

人爲因素是飛航事件的主因之一，而且所佔之比例有逐漸增高的趨勢。



全世界民航機 1991 年重大失事原因分析

Aircraft accidents are always dominated by human factor. In 1993, there were 27 fatal accidents and 839 fatalities were related to human error. We should continue to explore ways to improve our behavioral training and prevent human error.

Fatal Accidents	No. of Accident	No. of Fatalities
Scheduled passenger services	10	487
Non-Scheduled passenger services	3	266
Regional / commuter services	20	267
Non-passenger services	13	84
Total accidents	46	1,104
Jet/propeller analysis		
Jets	14	802
Prop-driven	31	302
Fatal accident causes		
Aircrew error	27	839
Weather	16	346
Engine failure / fire	6	40
Structural / systems failure	3	7
Controlled flight into terrain	11	295
Operational error	4	242
Air traffic control	1	135

Note: Some accidents fall into more than one category. The causes, as assessed at this stage, are principal apparent causes or major factors in the accident and may be subject to revision following full inquiry. The causes of some accidents are unknown so far.

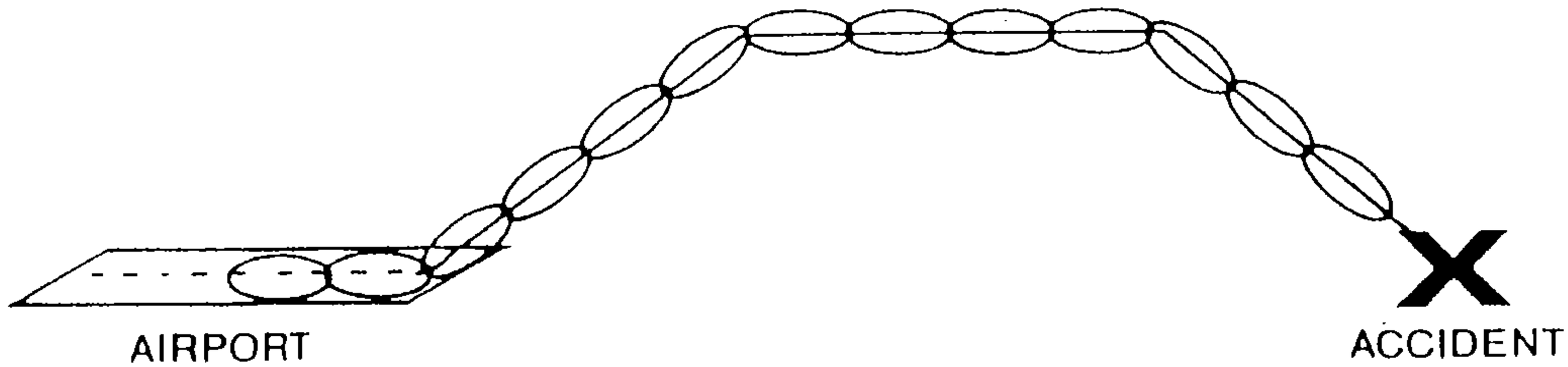
人爲疏失之特性

1.它的發生通常是由一連串事件（events）累積而成－ Error Chain

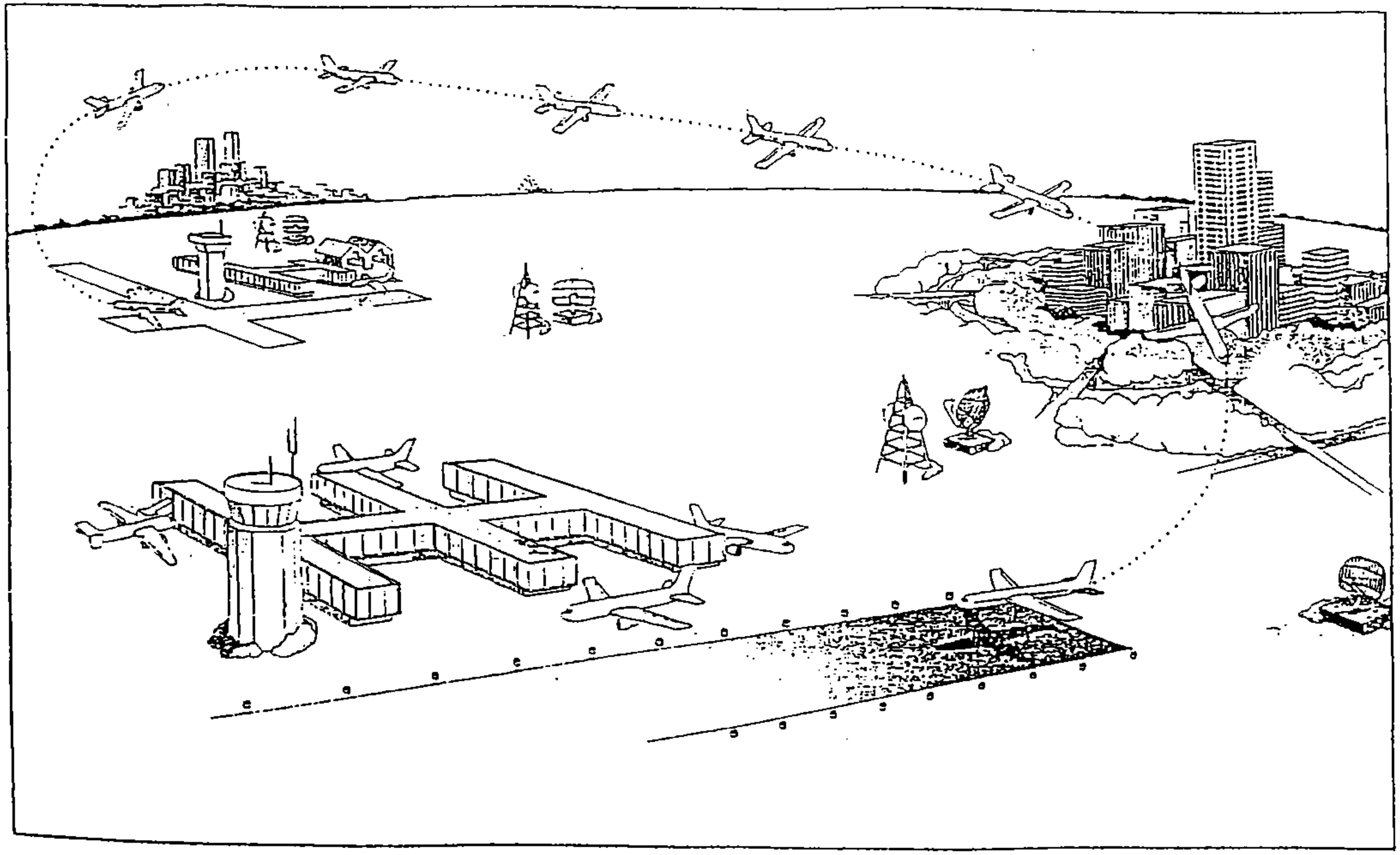
2.它只是事故的表癥，而非成因。

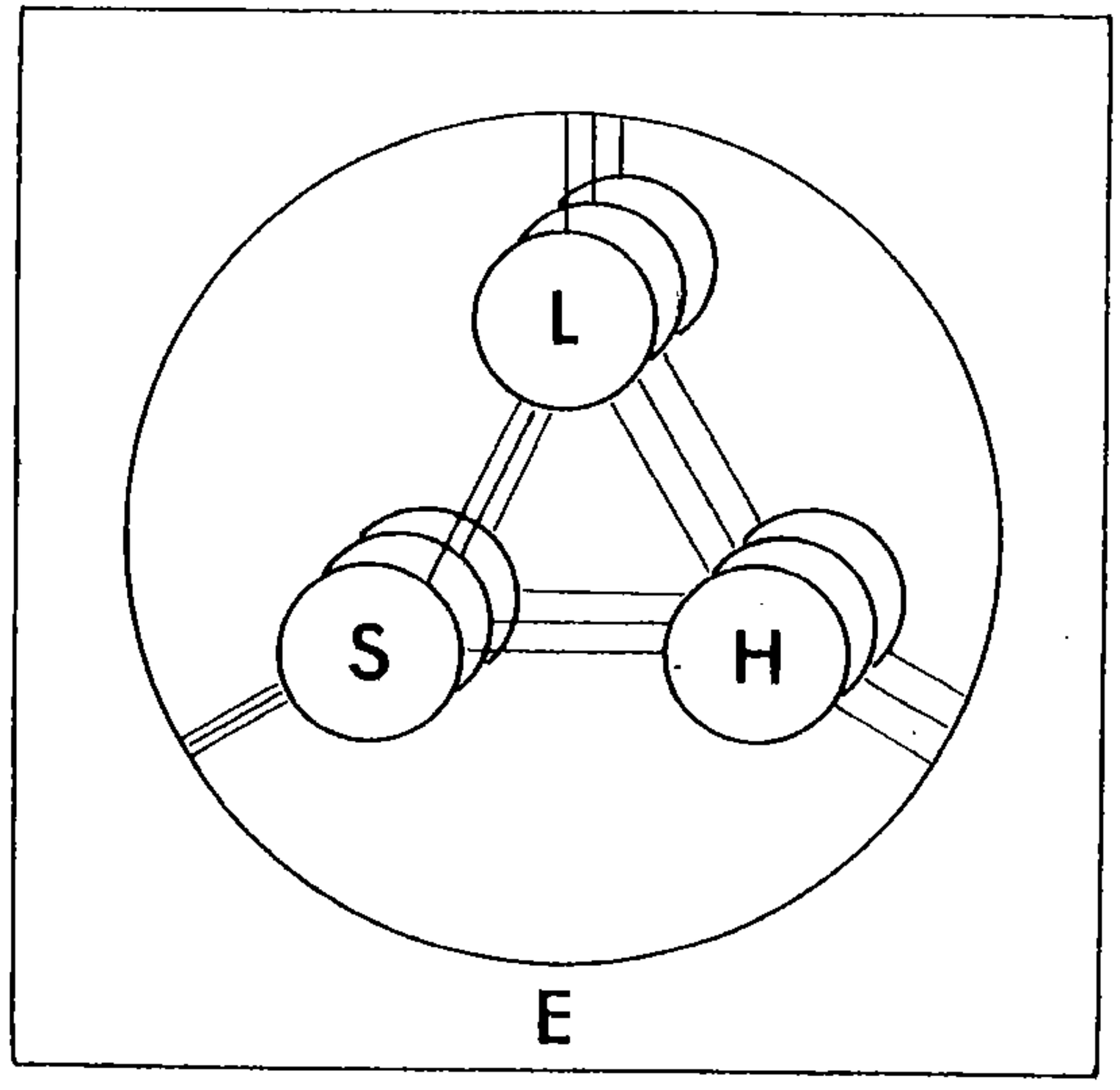
3. 它的成因是系統所構成之元素（人員、硬體、軟體）以及環境間之交互作用產生不良所引起。

惟有由作業的本質來探討各因素間的互動，始能正確地判斷和了解人爲疏失的肇因，提出有效的防制措爽。



THE ERROR CHAIN





The three-dimensional SHEL model.

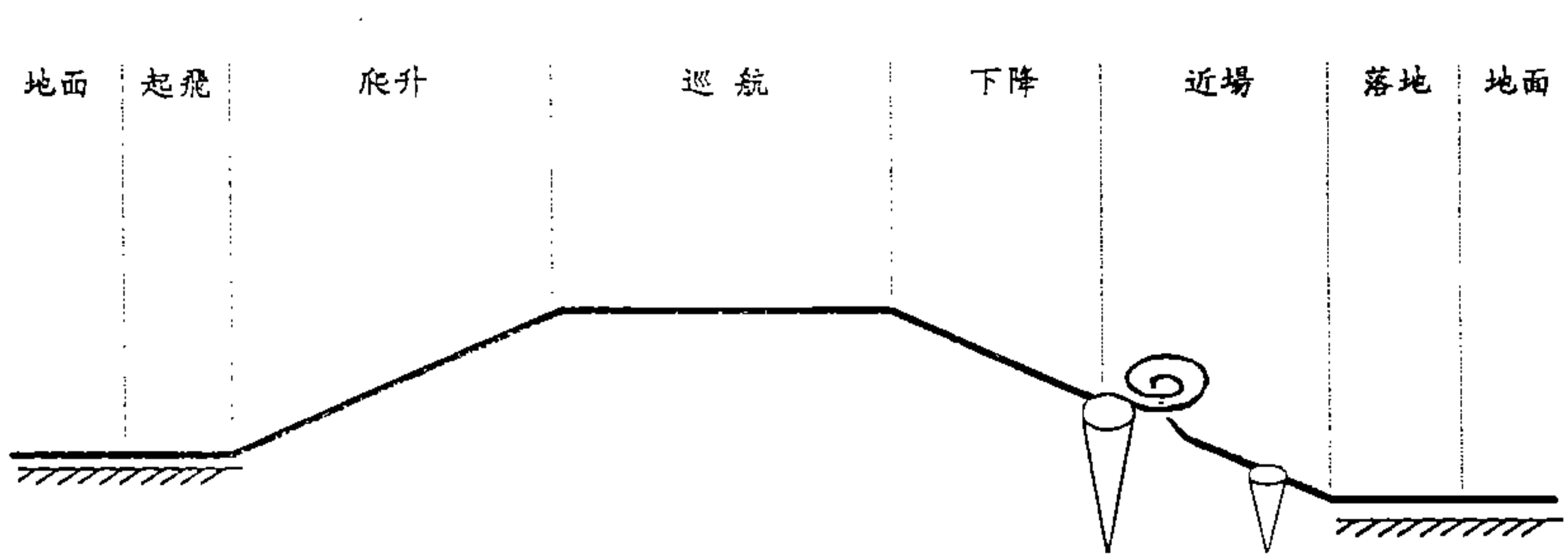
II. 人員作業之特性及人爲疏失之型態

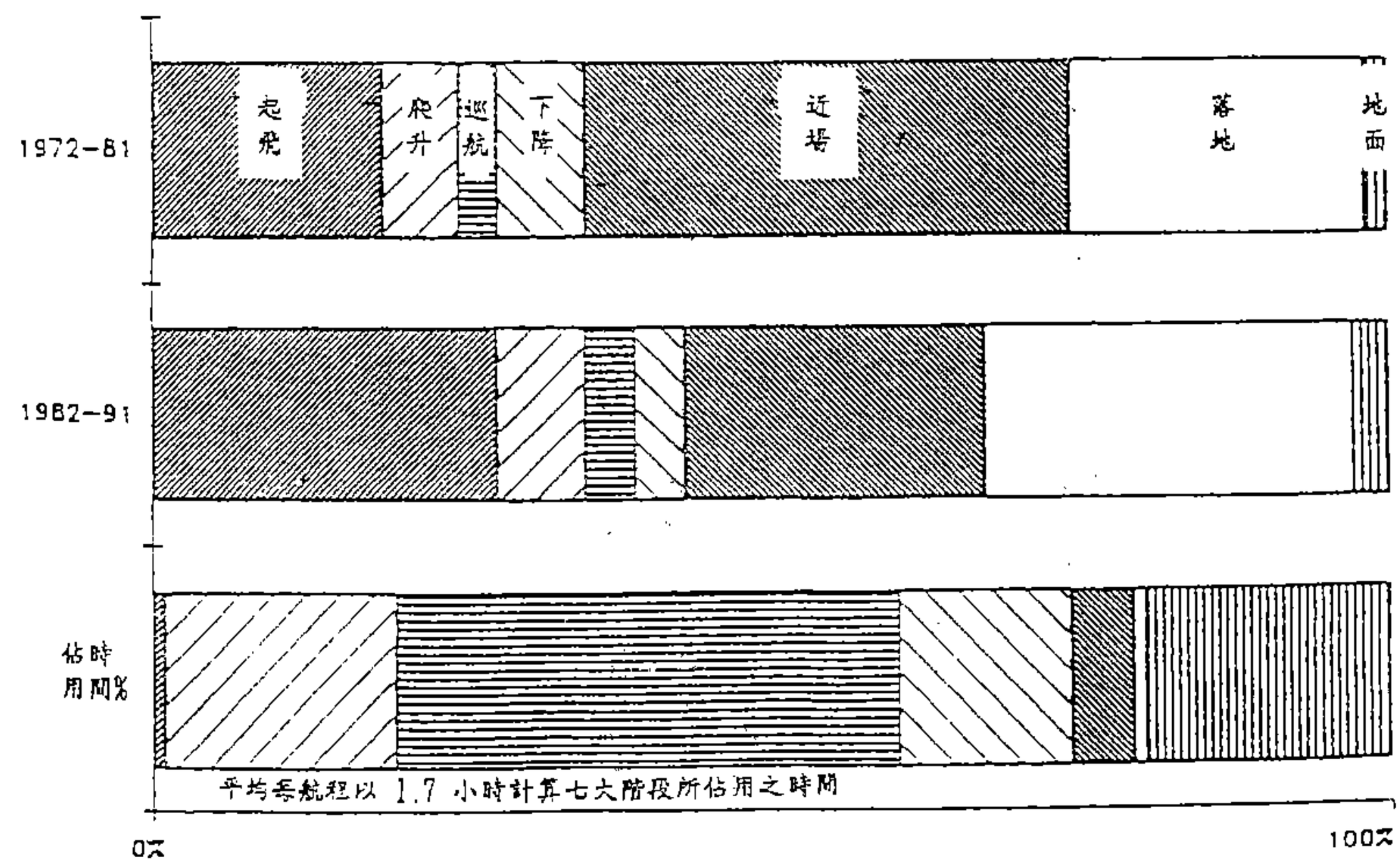
一・飛航駕駛員

以飛航任務區分，起飛、進場、落地三個階段占失事比例最高，分析原因如下：

起飛－飛機酬載最大，速度較慢，又需儘快獲得高度，操控受到限制，反應相對遲鈍。

進場、落地－飛機已接近地面，飛行員只能在有限的時間內，對機械、通訊與天候的反應，做出正確的判斷。



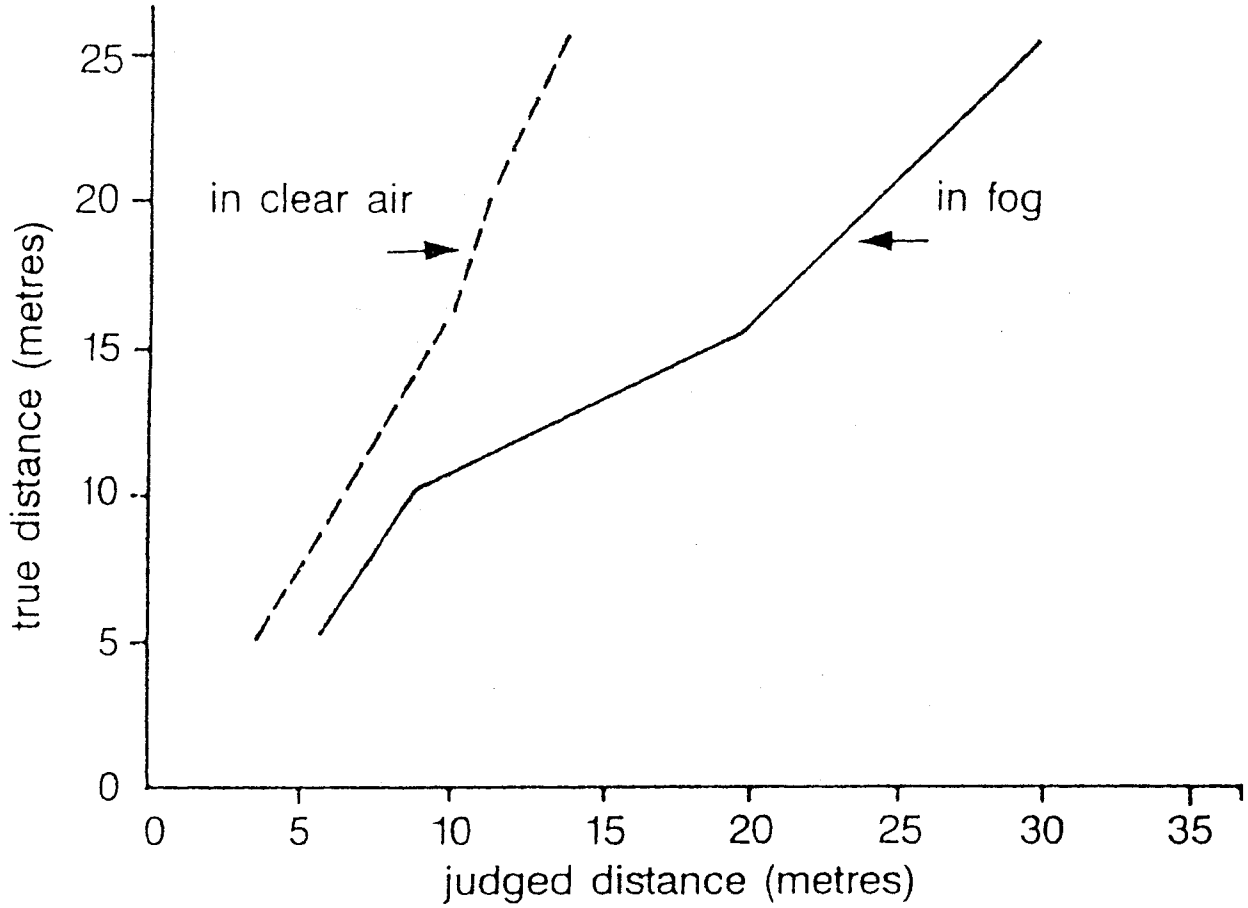


IATA 1971 至 1991 年間飛行失事階段分析

飛航駕駛員作業之歷程及人爲疏失型態：

1. 狀況資訊收集階段

(1) 不注意、分心
(2) 過分注意
(3) 錯覺、迷失
(4) 資訊接收不良



The effect of fog on the judgement of distance

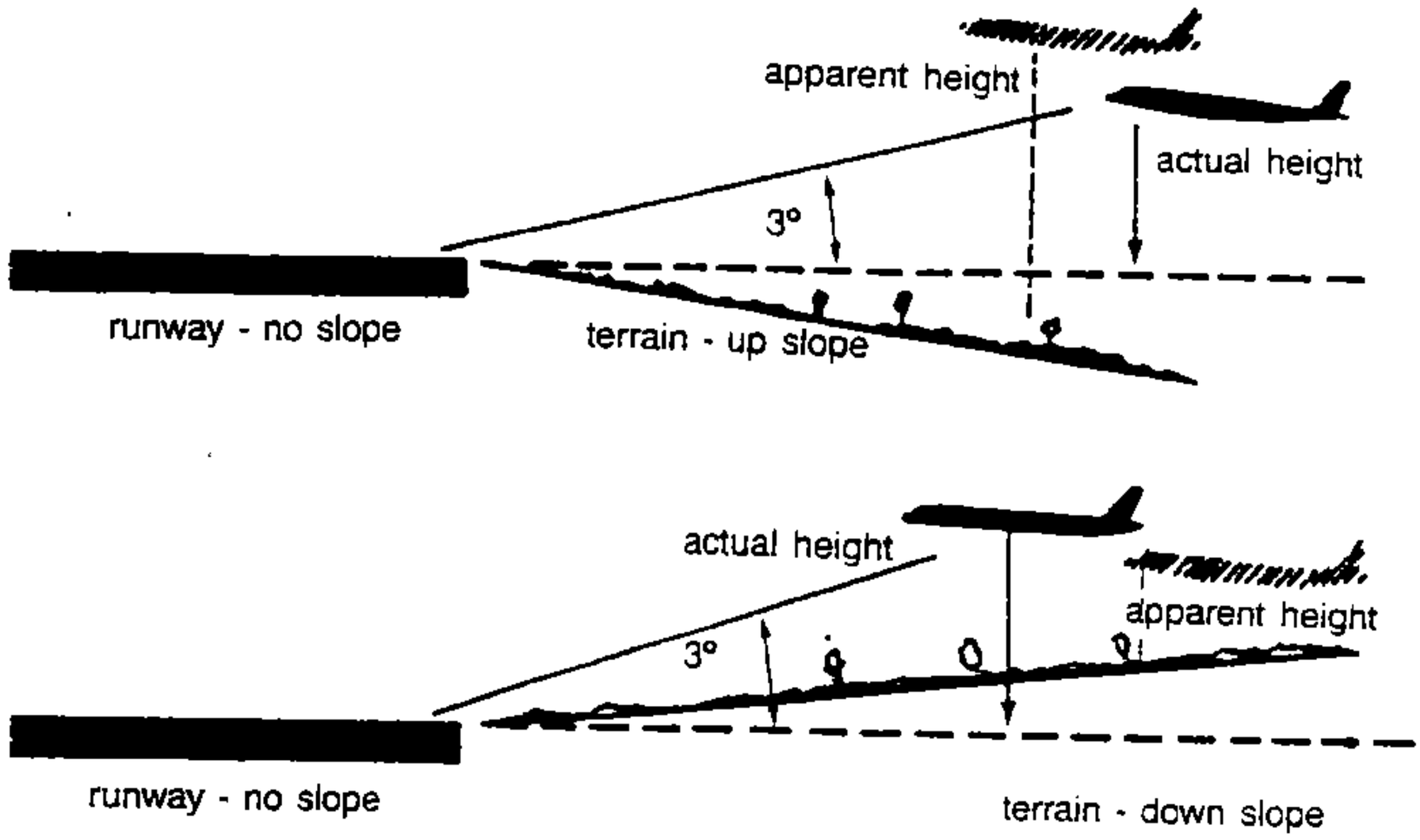
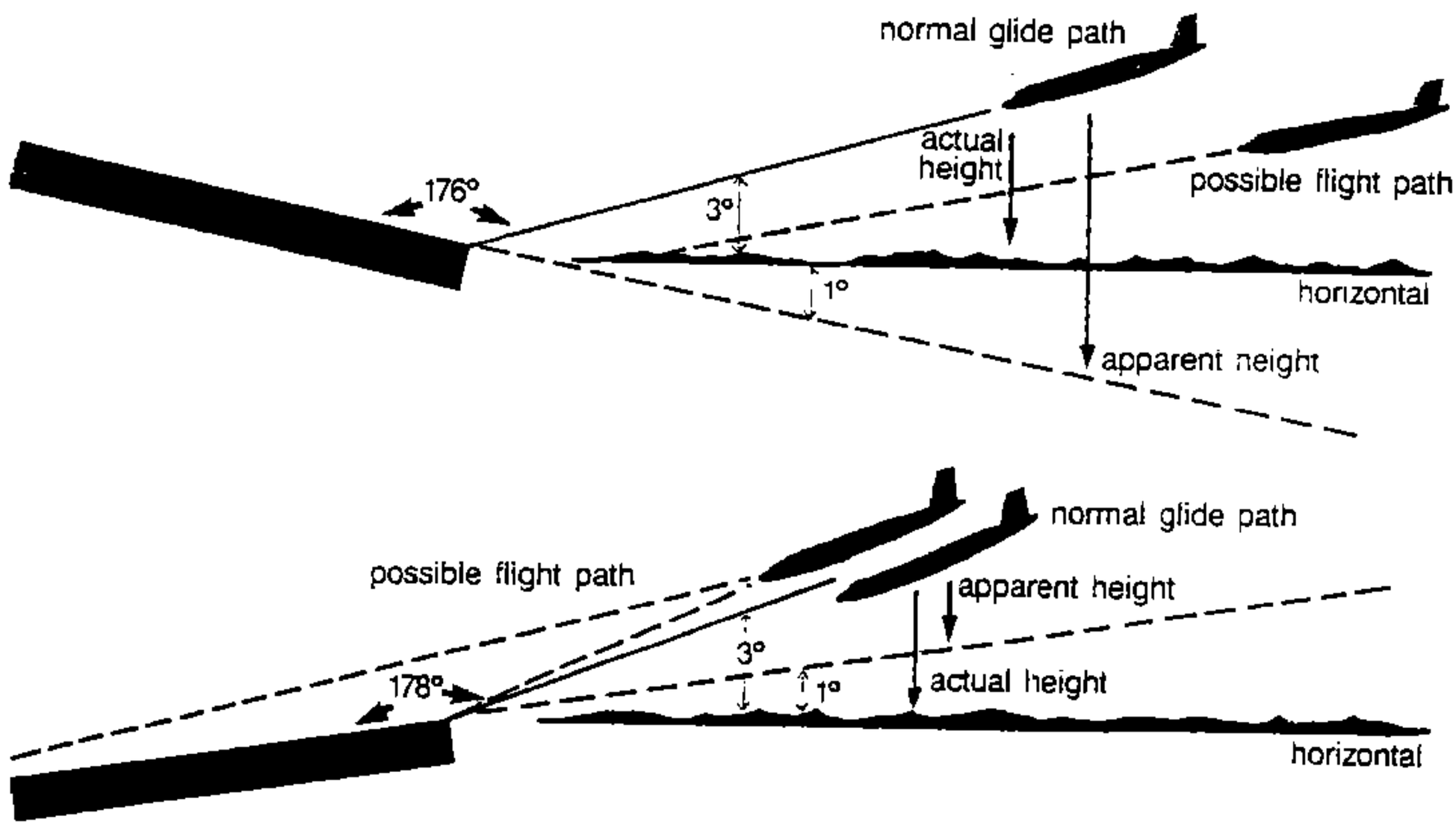
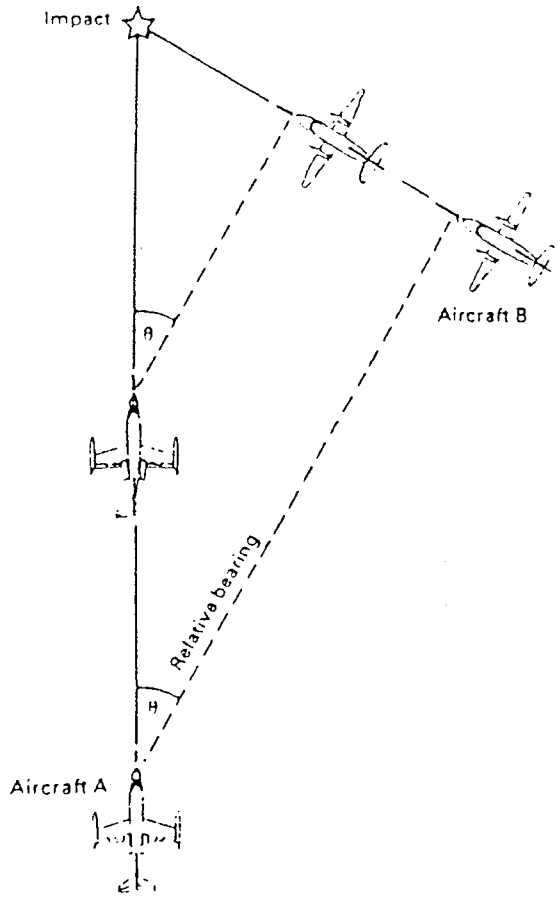


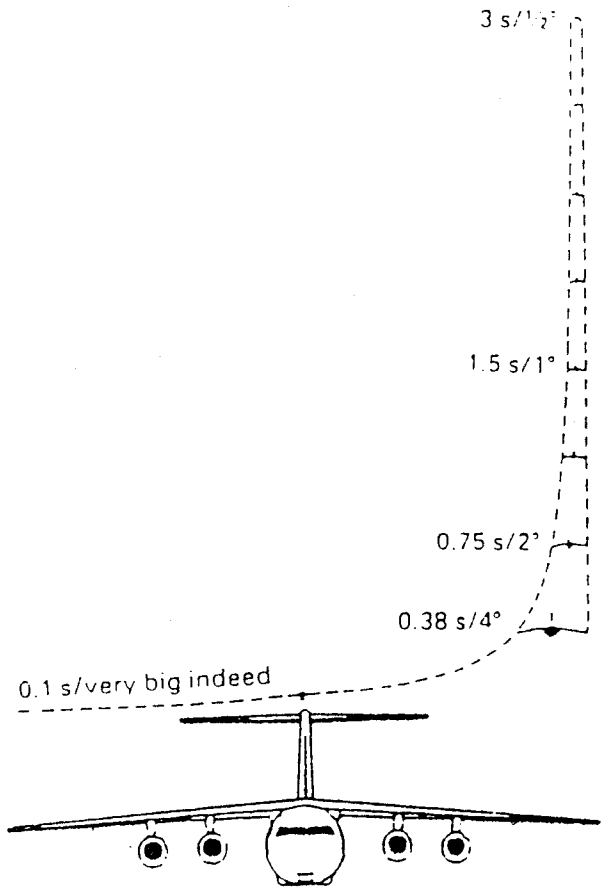
Fig. 5.14 The misjudgement of height as a result of sloping terrain on the approach to the runway (Gabriel, 1977).



Approach illusions arising from a sloping runway, in these examples with an inclination of 1° to the horizontal



Aircraft about to collide will remain at constant relative bearings (ie there will be no movement across the windshield)



The retinal size of an approaching aircraft before impact

Sources of Motion Cue Mismatches

Type	Visual–vestibular mismatch	Semicircular canal–vestibular sacs mismatch
Contradictory information	Looking at the ground through binoculars from a moving aircraft	Crosscoupled (Coriolis) stimulation
Absence of information from one source	Simulator sickness in a fixed-base simulator with realistic visual display	Pressure vertigo
	Unable to see out of aircraft in motion	Low-frequency linear oscillation caused by turbulence

Source: Adapted from Benson (1978a).

Summary of Problems in Spatial Disorientation

Type of Flight	Special problems
Instrument flight	Misleading impressions provided by vestibular cues
Overshooting without visual reference	Sensation of pitching up (somatogravic illusion)
Turning without visual reference	Failure to sense turn (the leans)
	Crosscoupled stimulation when combined with head movements leading to erroneous sensations of rotation and aircraft attitude
Spinning	After stopping original spin, strong sensation of spinning in reverse direction (somatogyral illusion)
Rapid descent	Pressure vertigo leading to visual impairment
Turbulence	If mismatched with visual scene, sickness can result

Source: Adapted from Benson (1978b).

一・飛航駕駛員

飛航駕駛員作業之歷程及人爲疏失型態：（續）

2. 狀況判斷

(1) 未能發掘問題
(2) 判斷錯誤

3. 選擇適當之行動方案

(1) 選錯、運用錯的法則
(2) 過度自信
(3) 過度依賴經驗法則

一・飛航駕駛員

飛航駕駛員作業之歷程及人爲疏失型態：（續）

4. 執行行動方案或作業程序

(1) 疏失 (slips)
(2) 遺忘 (lapses)
(3) 模式選擇錯誤 (mode error)
(4) 不經意的觸動 (unintentional activation)
(5) 順序錯誤 (sequence error)
(6) 動作量不足或過多
(7) 未遵循作業程序

5. 溝通與人員互動

Selected Relationships between Flight Crew Communication and Errors

Type of communication	Type of error						
	Navigation	System operations	Flying	Tactical decisions	Communication	Flying skill	Total
Crew member observations		−.51					
Commands			−.64				
Response uncertainty	.68					.56	
Agreement							−.61
Acknowledgment		−.61		−.52			−.68
Tension release		−.53			.51		
Frustration/anger	.53		−.51				
Embarrassment	.53						
Pushes	.54						

世界各大區域所屬航空公司空難事件之比較

Accident and Fatality Record by Region, Scheduled Passenger Flights,[a] 1977-1989

Region	Number of Fatal Accidents	Number of Fatalities	Percent of Passengers Killed in Crash	Fatal Accidents per 1 Million Departures	Death Risk per 1 Million Departures
North America	63	1971	60	0.88[b]	0.53[c]
Latin America	64	2326	81	6.04	4.87
Western Europe	30	1663	70	1.15	0.80
Eastern Europe	33	1662	62	4.11	2.53
Asia	63	2439	64	4.66	2.97
Africa	31	1110	79	13.25	10.52
Middle East	17	1373	69	5.47	3.78
Australia/ New Zealand	5	33	81	1.34	1.09

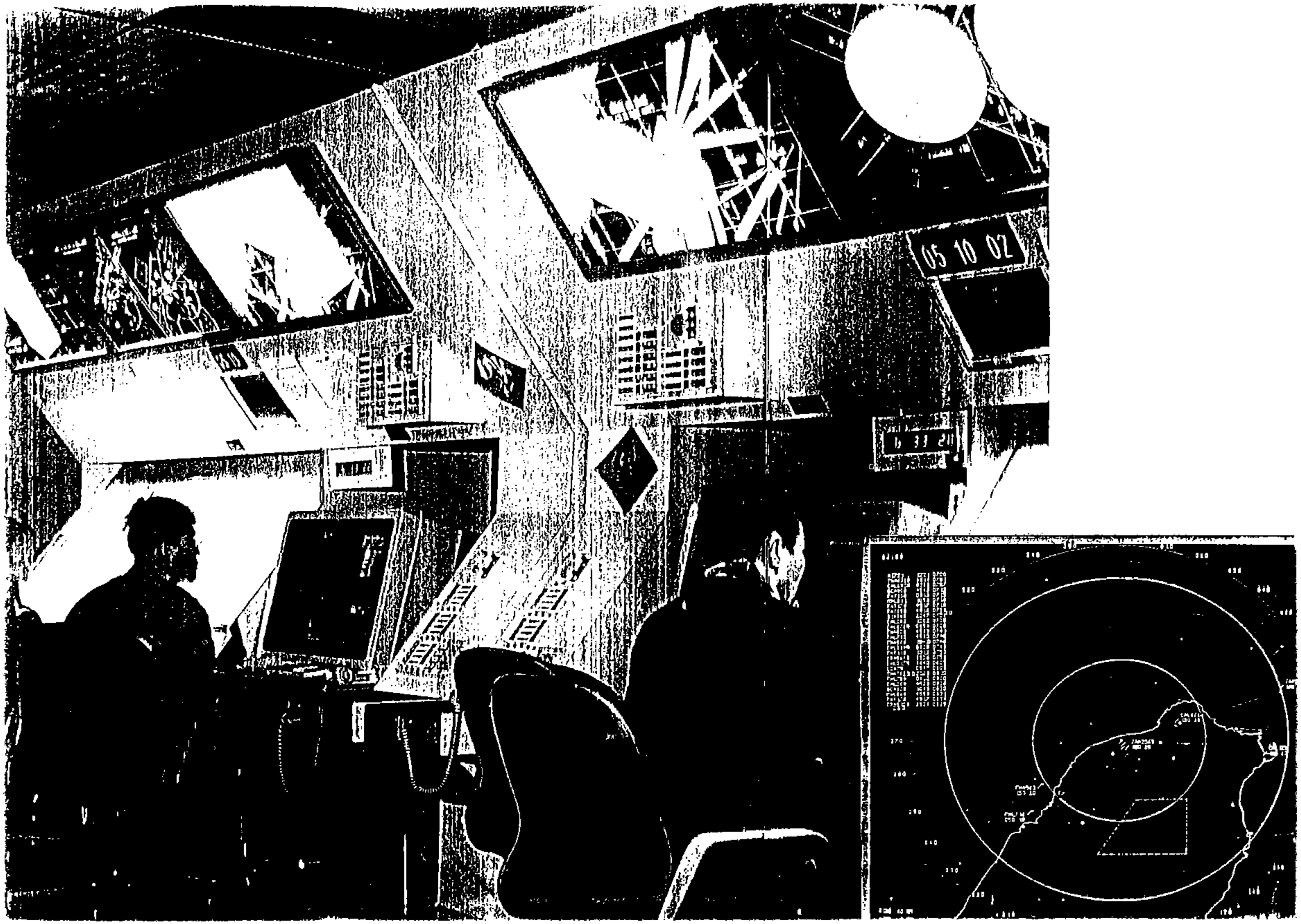
[a]Does not include regional and commuter operations.
[b]The North American rate is lower than the Latin American, Eastern European, Asian, African, and Middle Eastern rates at the 95 percent confidence level.
[c]The North American rate is lower than the Eastern European rate at the 90 percent confidence level and the Latin American, Asian, African, and Middle Eastern rates at the 95 percent confidence level.

一九七七至一九八九年間全世界各航空公司發生意外事件飛機全毀達五架以上者皆在亞洲： Merpati, China Airline, Myanma, CAAC 四家。

二・飛航管制員

飛航管制作業內容：

1. 狀況之監視與評估
2. 解決可能之航路衝突
3. 管理空中交通之順序
4. 計劃航路
5. 評估天候對航機之影響
6. 管理席位間之交接與負荷分擔


05 10 02

二・飛航管制員

依作業內容，其人爲疏失型態可分爲 (Morrison and Wright, 1989)：

◎管制 －監視
－時序（timelines）
－協調

◎溝通 －指令的構句
－專用術語之應用與傳遞
－訊息之讀取與聽

Controller Coordination Failures

Type of failure	Percentage of reports
Perceptual error	33.0
Technique error	28.5
Nonrecall	9.0
Message inaccuracy	6.0
Failure to monitor or check	2.5
Misidentification	0.5
Other	20.5

Source: Adapted from Billings and Cheaney (1981).

Controller-pilot Communication Failures

Type of failure	Percentage of reports
Appropriate message not sent	37
Contained, or based on, erroneous content	16
Originated too early or too late	13
Ambiguous phraseology	10
Recipient not monitoring	10
Incomplete content	6
Garbled or distorted	3
Loss of message—equipment failure	3
Confusion attributable to phonetic similarity	1

Source: Adapted from Billings and Cheaney (1981).

二・飛航管制員（續）

依發生之原由，可分爲（Stager, 1991）：

◎注意力
◎判斷
◎溝通

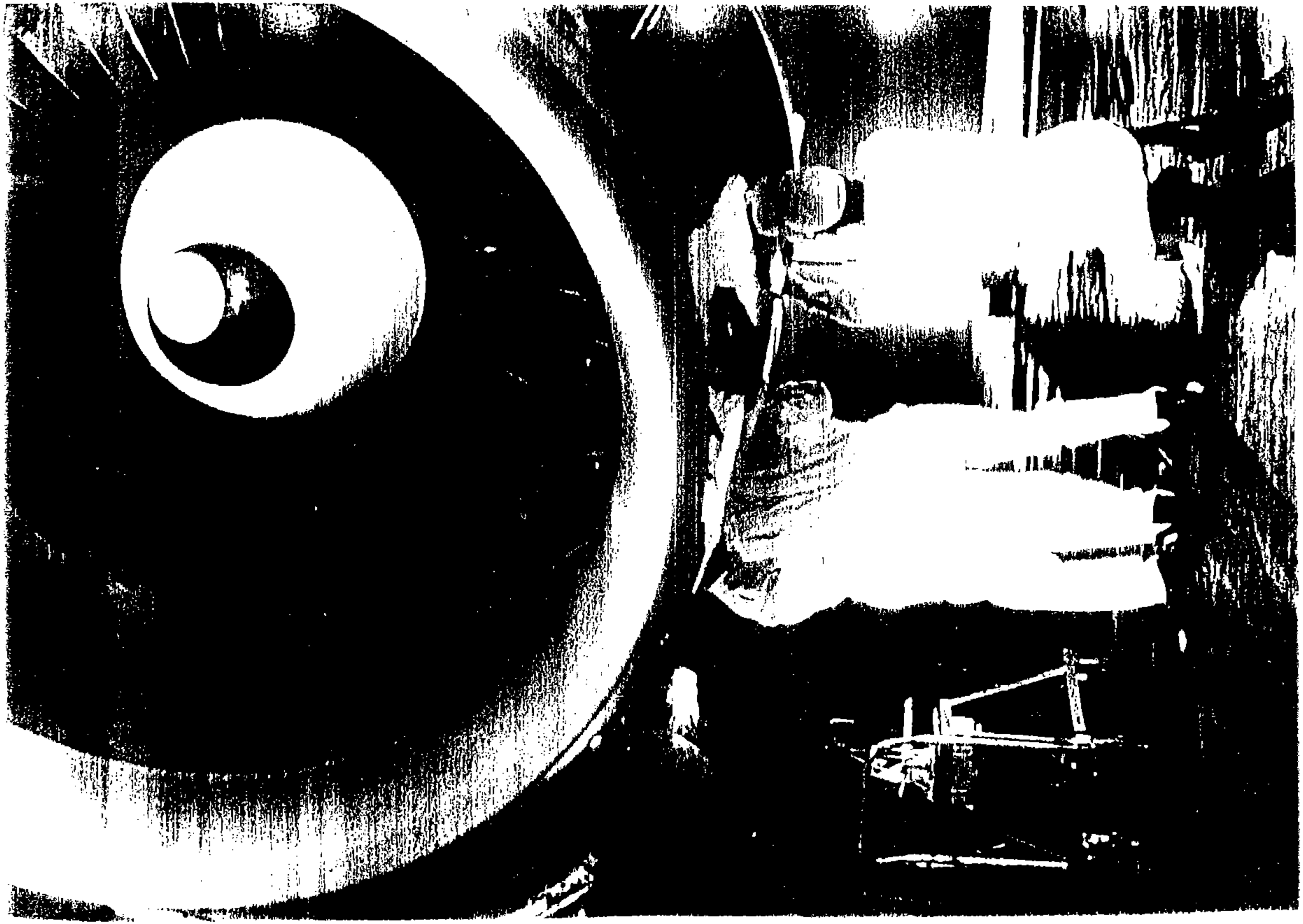
其中以下列型態爲最多：

◎沒發現可能之衝突
◎違反操作程序
◎協調不良
◎判斷不正確

三・飛機維護人員

作業內容：

1. 檢視 (inspection)
2. 檢查 (check out)
3. 偵錯 (troubleshooting)
4. 更換 (replacement)
5. 修理 (repair)
6. 調整 (adjustment)
7. 保養 (services)



三・飛機維護人員

人爲疏失型態（Inaba and Hsu, 1983）：

1. Type I
2. Type II
3. Type d

各類人爲疏失常發生之作業與系統（Inaba and Hsu, 1983）

	作業	系統
Type I	偵錯	電子、電器
Type II	偵錯、檢查	電子、電器
Type d	更換、修理、保養和調整	電子、機械、液壓、動力

In summary, it clearly provides illustrations of six factors that repeatedly contribute to aviation incidents and accidents:

1. Lack of response to warning systems
2. Overreliance on automated systems
3. Chart reading errors
4. Communication errors
5. Diffusion of responsibility
6. Crew monitoring failures

III. 人爲疏失之肇因

一・系統功能設計

1. 自動化－自動化產生之人因議題：

(1) 系統複雜度增加，太多操作模式 (modes)
(2) 作業內容的改變
(3) 技術的退化
(4) 問題發生時，作業人員干預爲時以晚
(5) 人員作業負荷過程，枯燥感增加，失去對狀況的了解，過度或誤用自動化功能
(6) 失去主控感

2. 人員作業程序設計與分工負荷

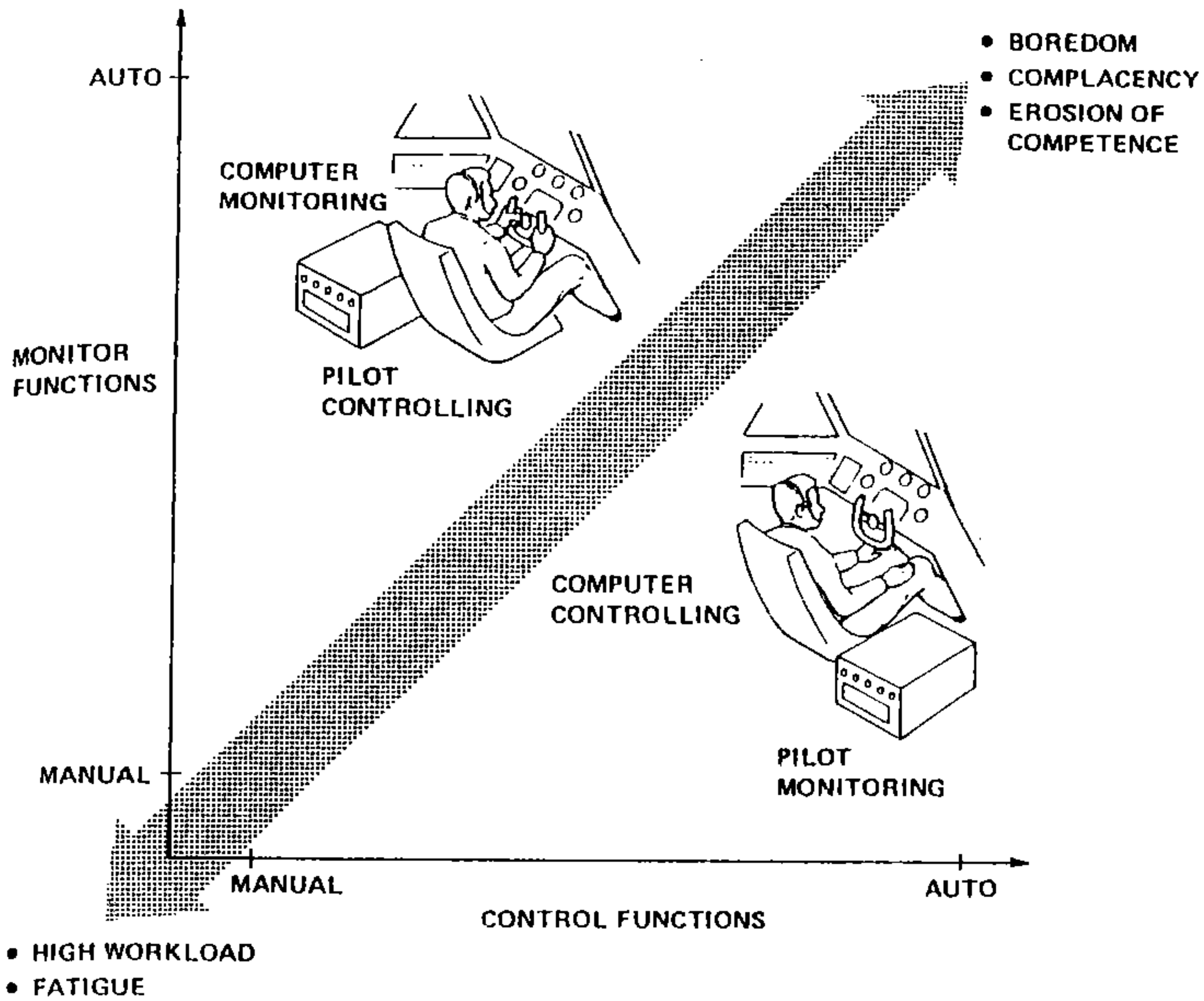
Flight Crew Becoming System Managers

Automated Systems

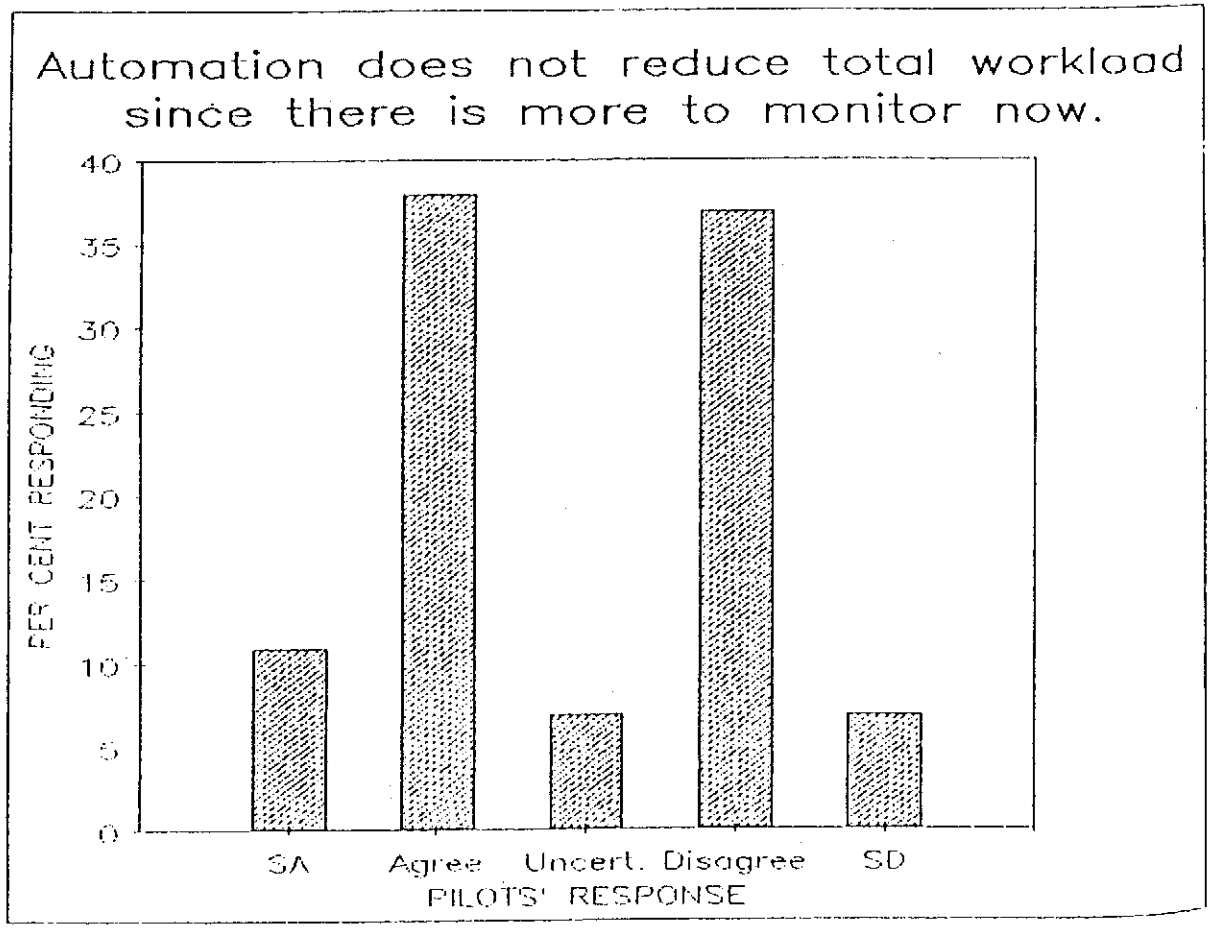
- Navigates
- Controls
- Monitors Performance
- Predicts Trends
- Alerts

Flight Crew

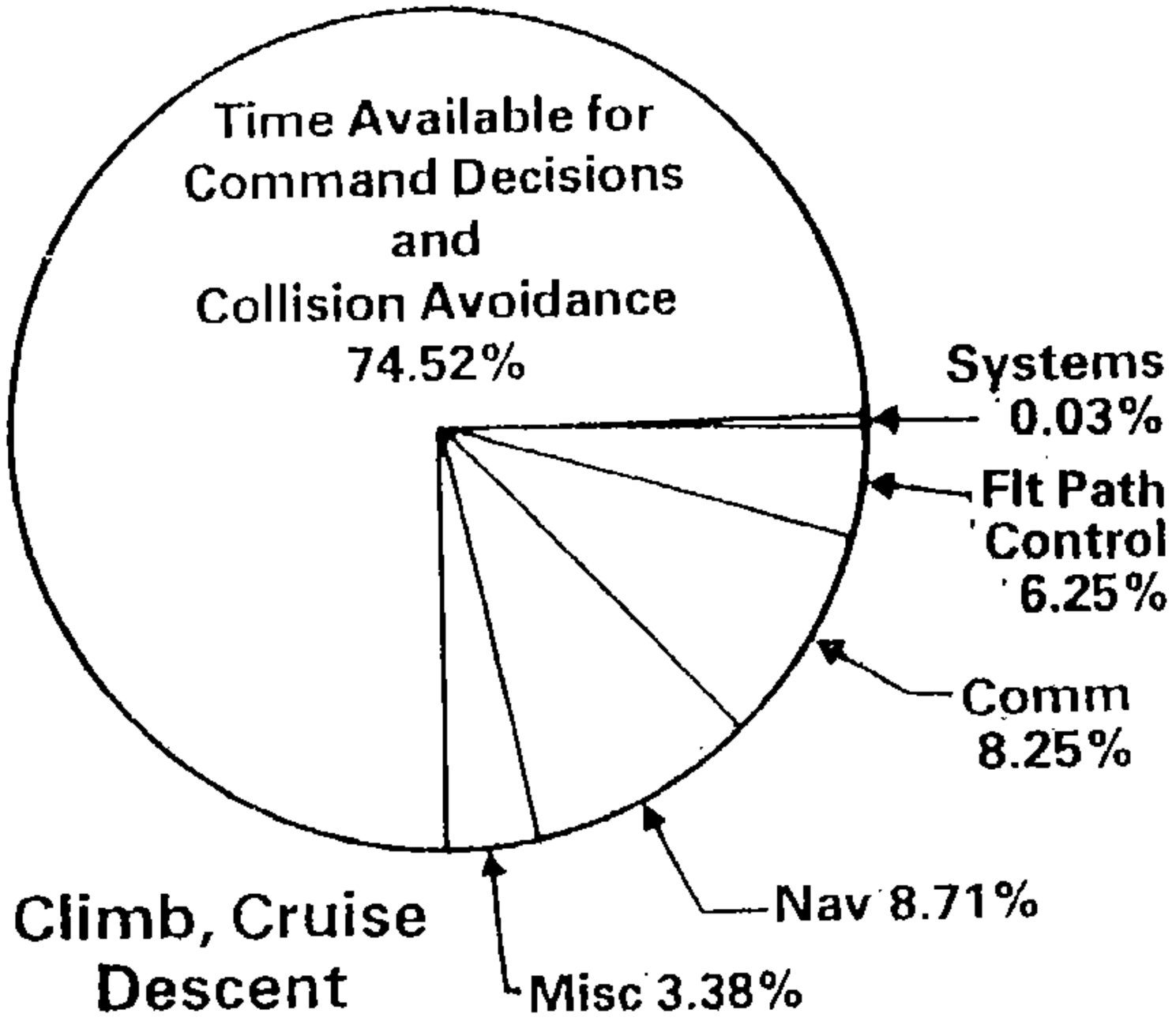
- Tactical Planning
- Handles Exception
- Interfaces with ATC
- Monitors Performance
- Manages Aircraft

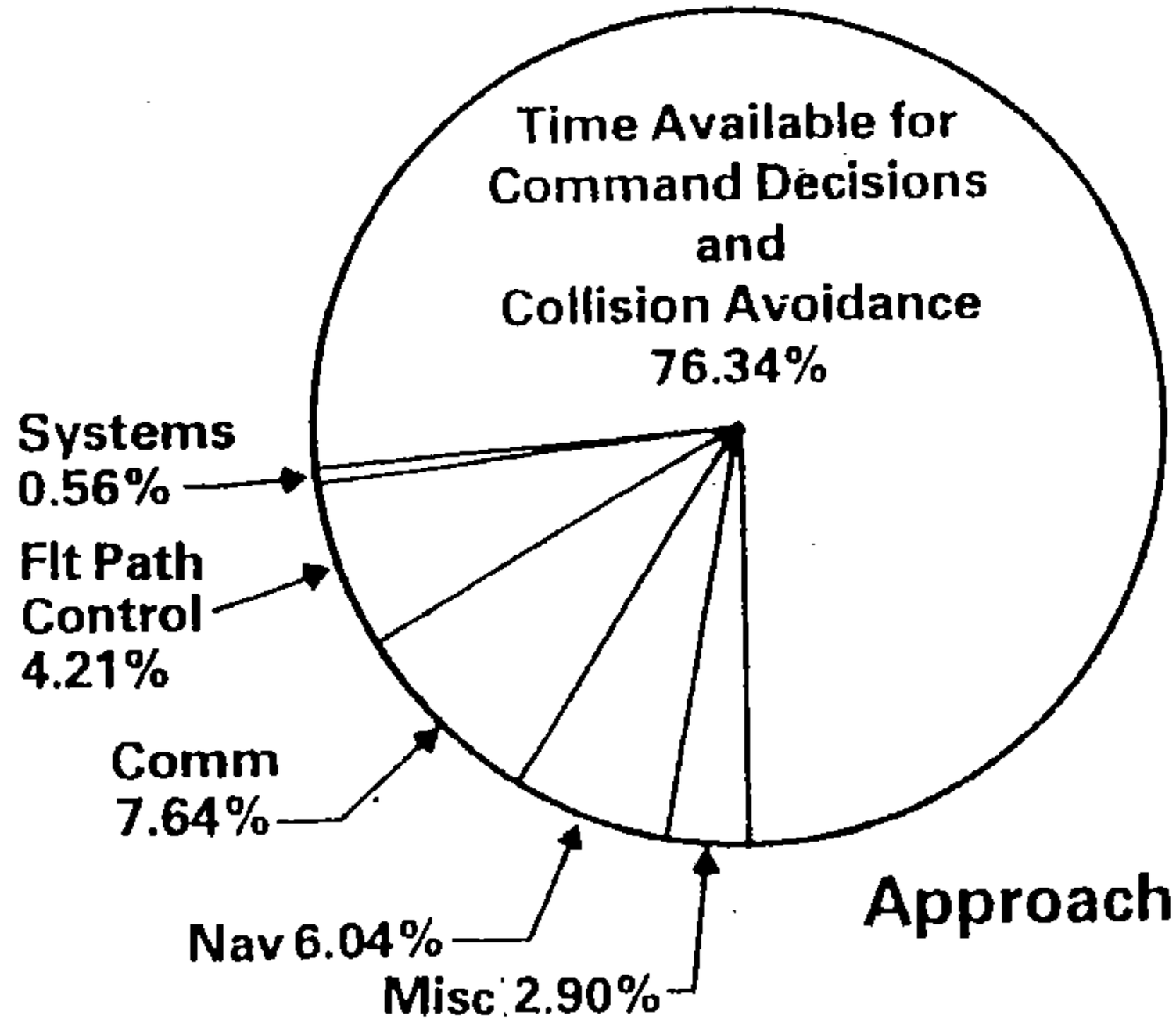


Two dimensions of automation: control functions and monitoring functions.

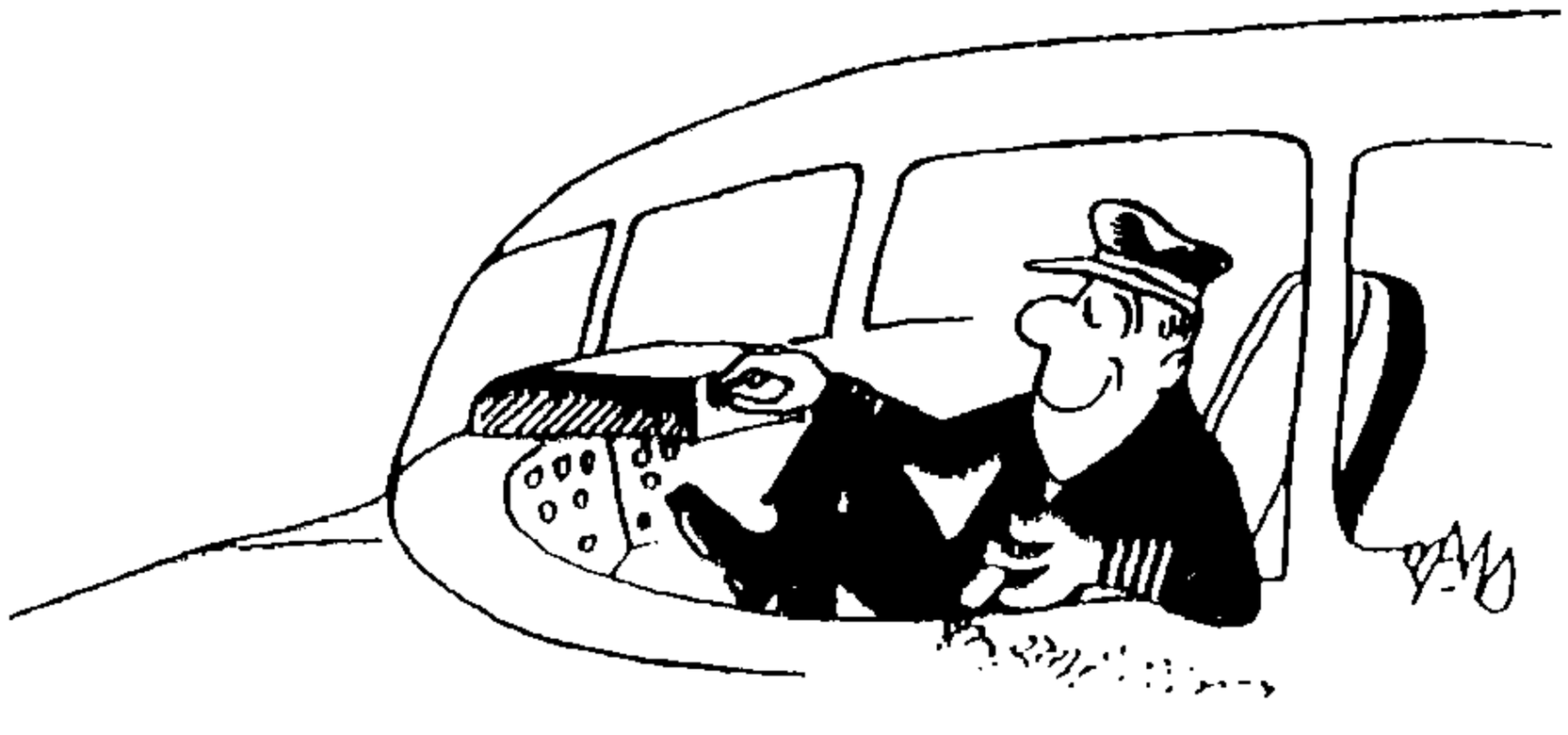


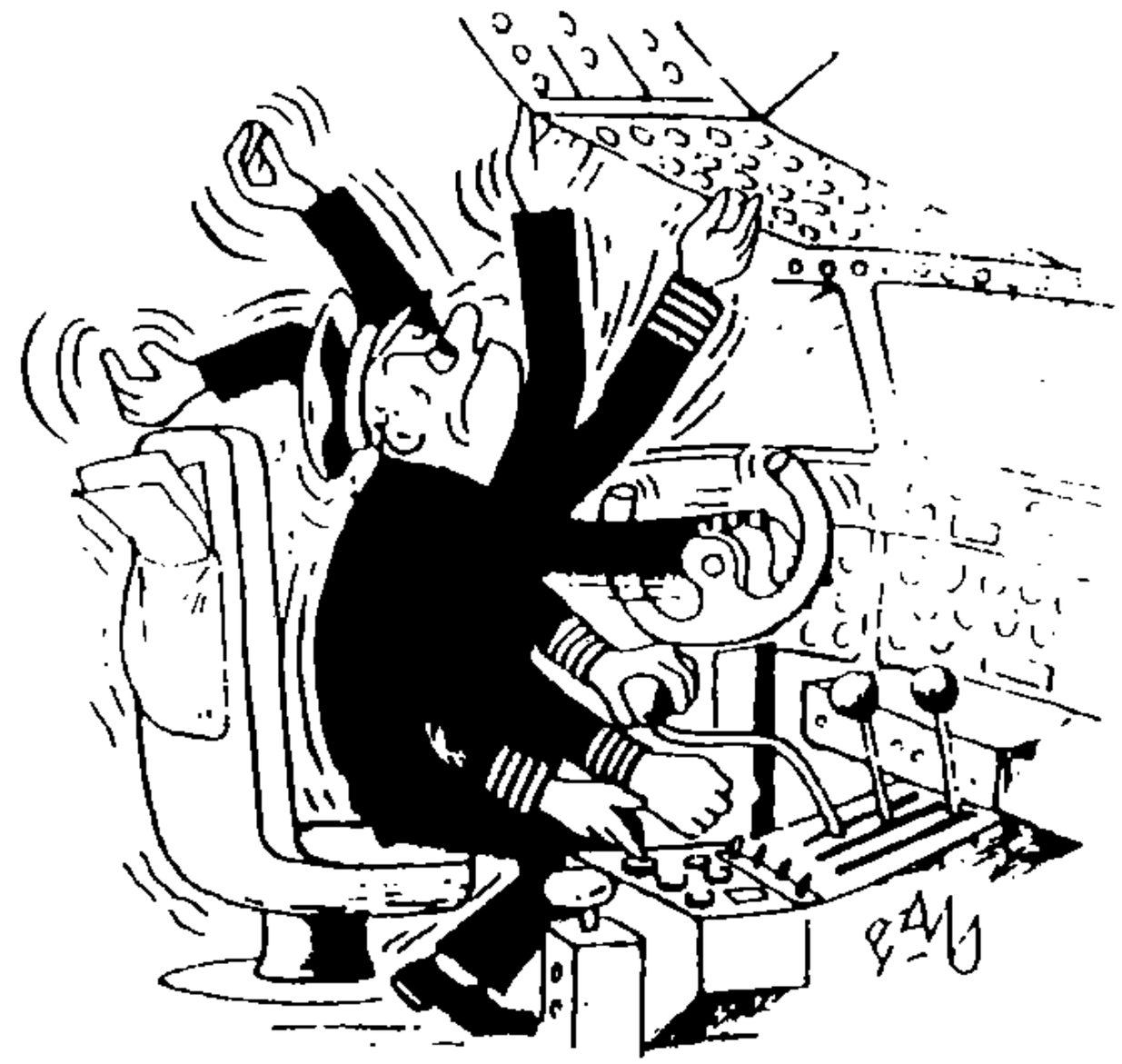
Responses to one of 36 questions asked of a sample of 166 B-757 pilots. Crew members could respond on five-point scale from "strongly agree" (SA) to "strongly disagree" (SD). These data reflect the diversity of opinion on a crucial aspect of cockpit automation. (Wiener, in progress.)





737 workload distribution.





Workload levels can vary extensively in different phases of flight

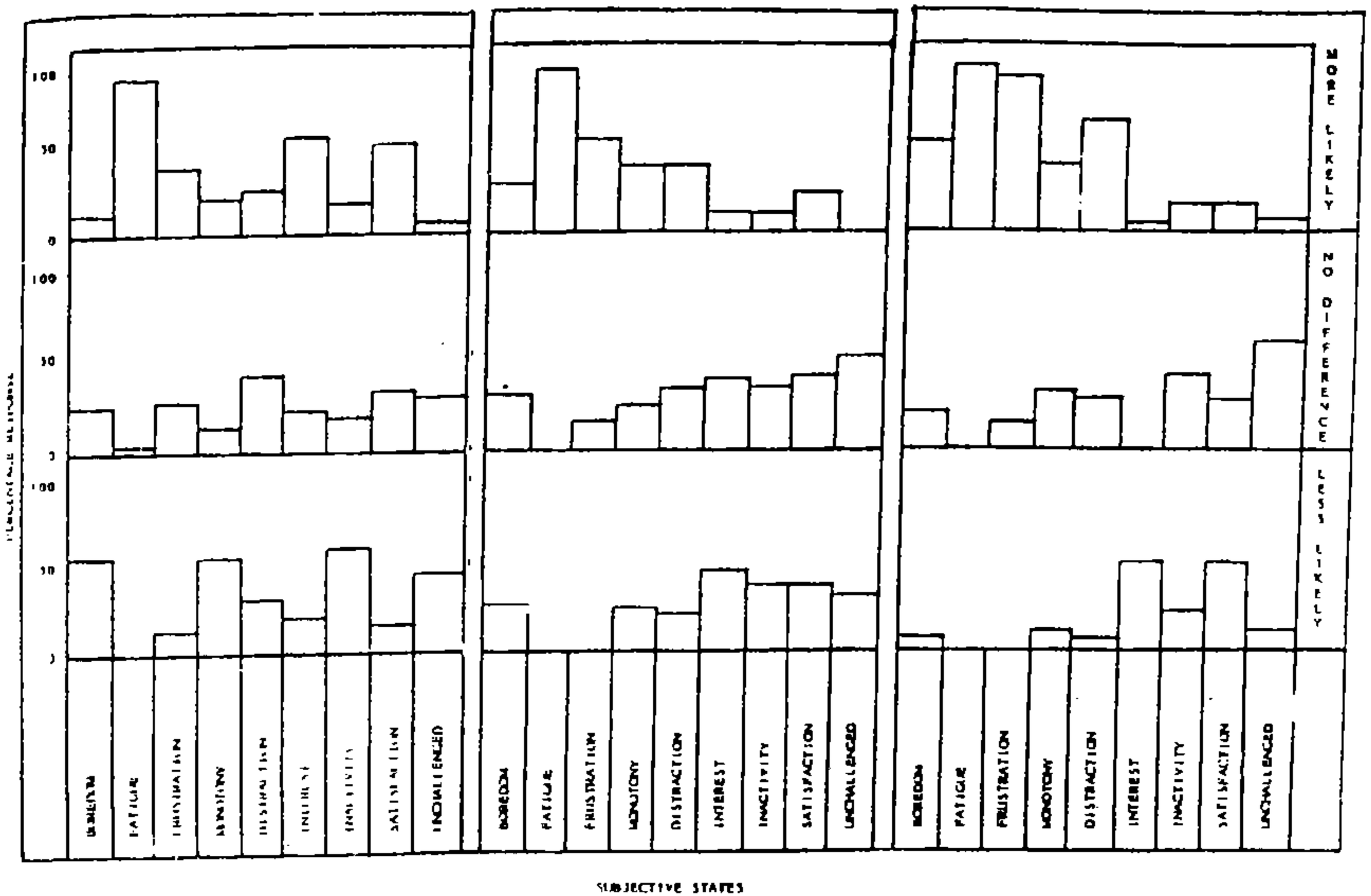


Figure 4.
747
Multi-Sectors

Figure 5.
757
Multi-Sectors

Figure 6.
737
Multi-Sectors

二・人機介面

1. 顯示器

資訊顯示新科技

(1) predictive display

(2) HUD, HMD (Helmet Mounted Display)

(3) color and pictorial - virtual reality

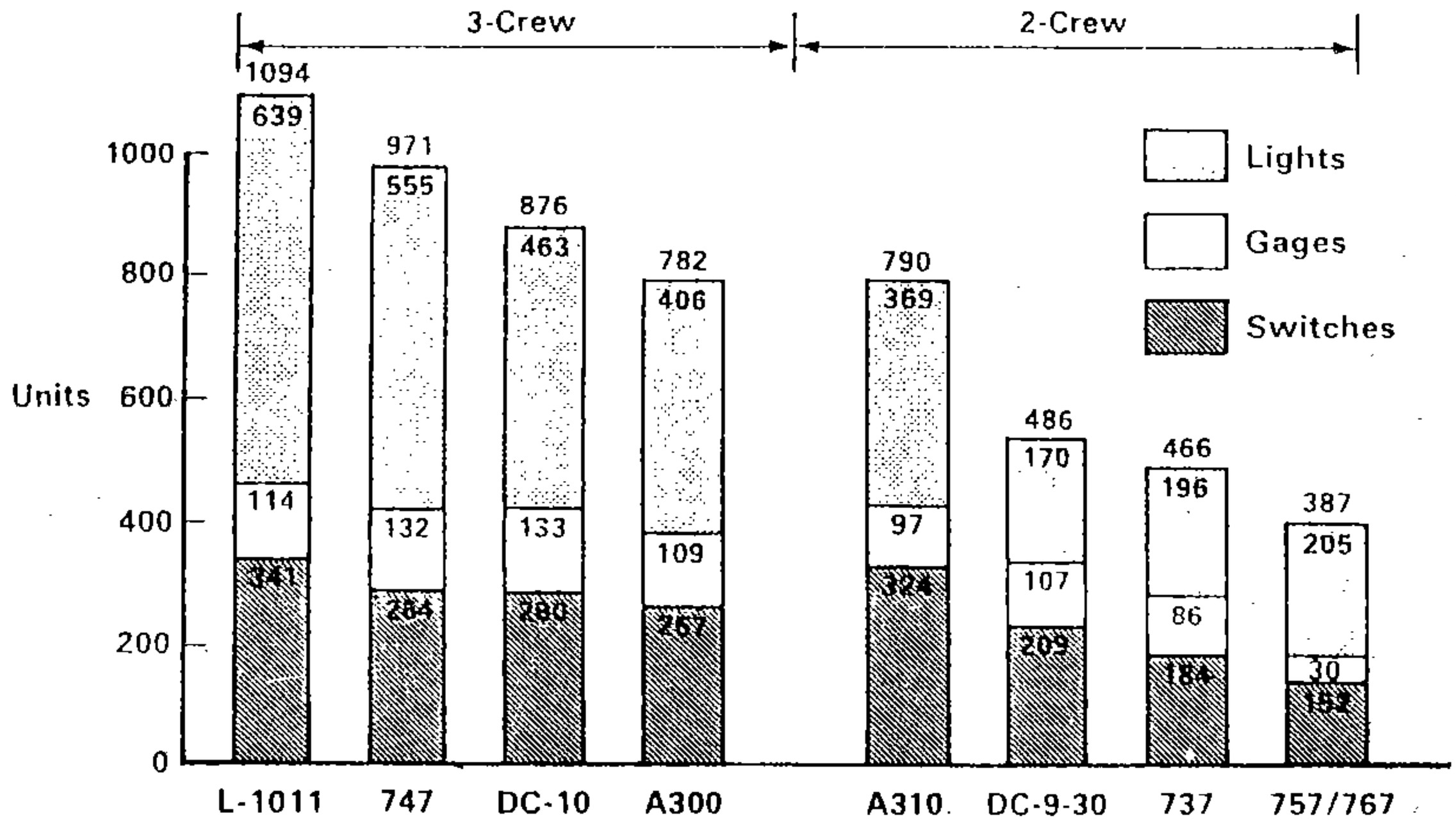
議題： visual overload

2. 控制器

控制新科技 : sidesticker controller

3. 工作空間布置

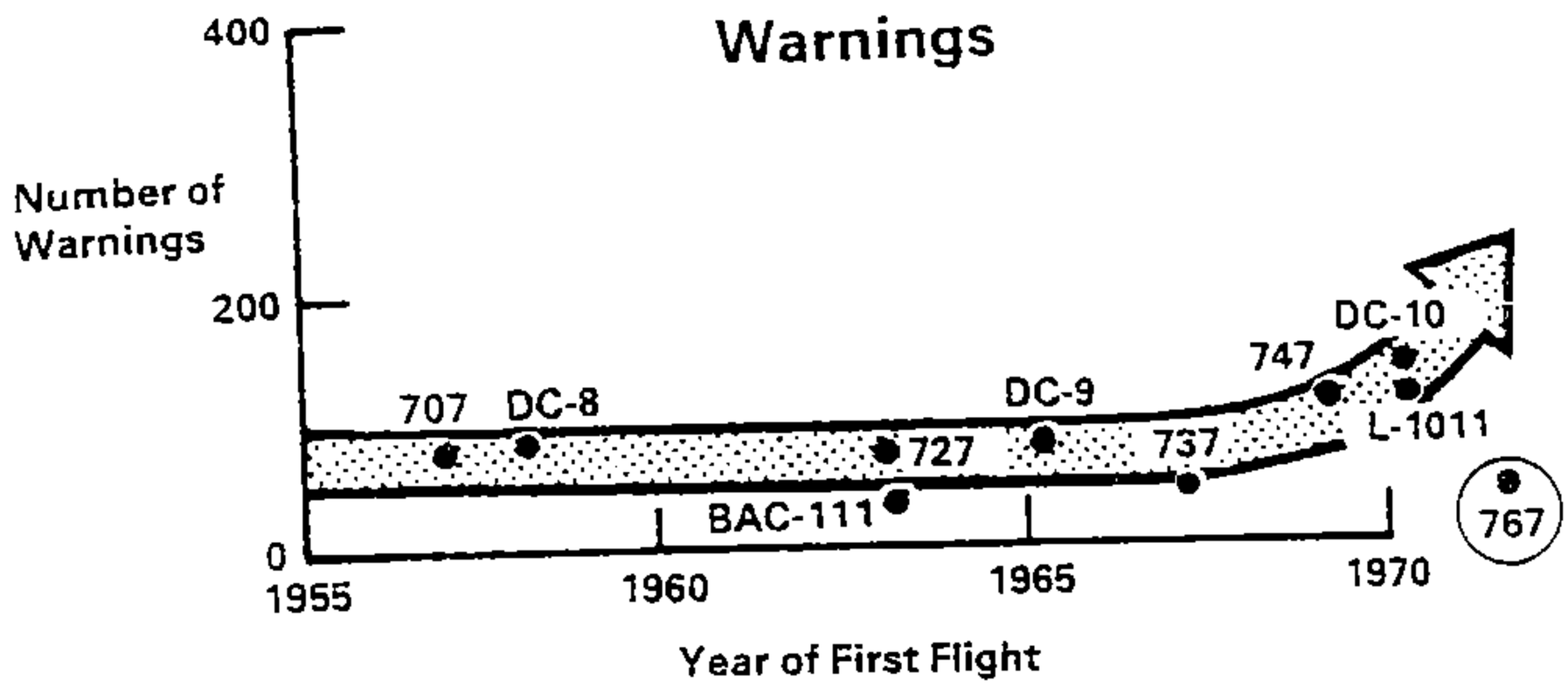
4. 程序書、地圖、圖表 (charts)

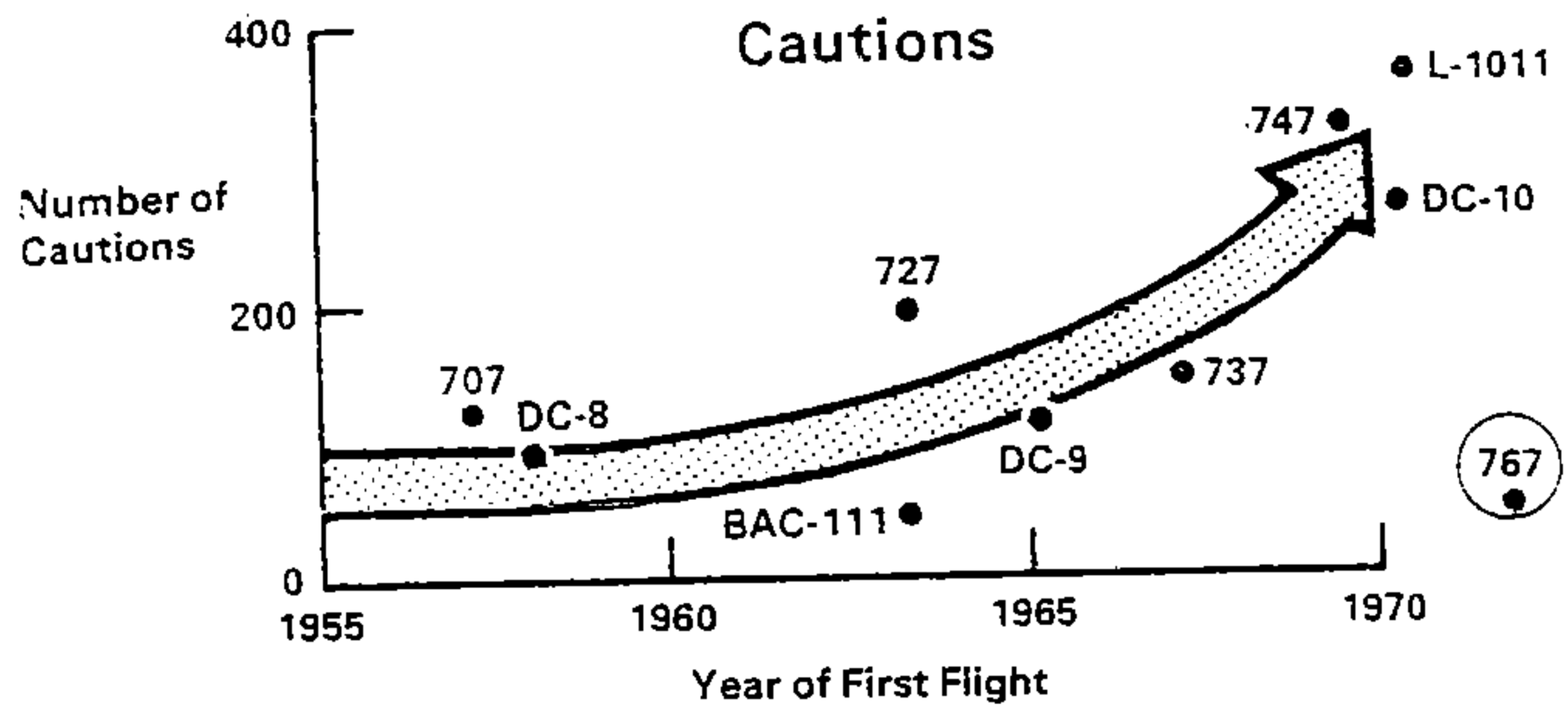


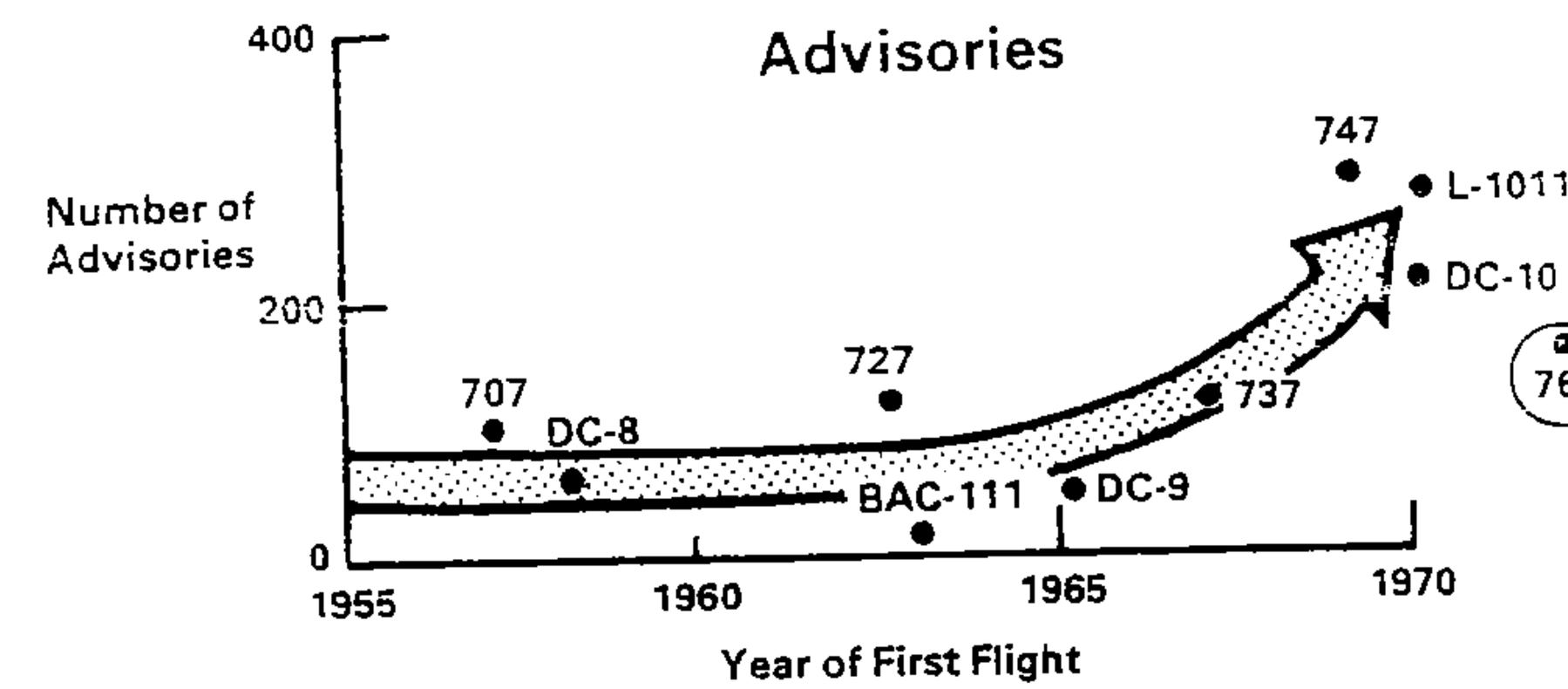
Note: Nav and Comm Panels and CRTs not included

Each switch, light, and indicator can be expected to have related crew procedures and workload.

Comparisons of systems panel hardware counts.





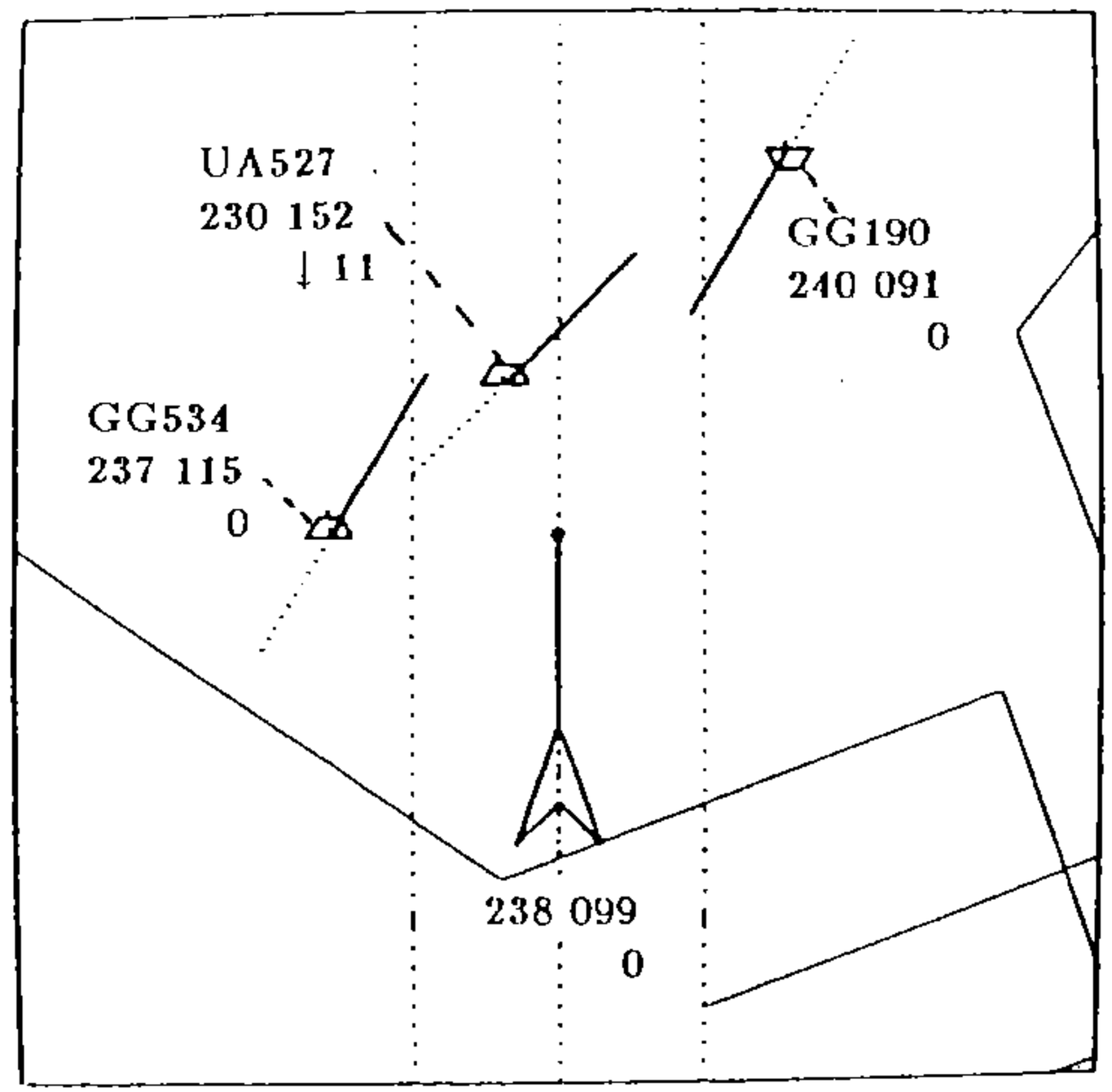


These FAA study results demonstrate the proliferation of flight deck alerts. The 757/767 flight deck has reversed this trend.

Some Problem Areas in Human-machine Interaction and Flightdeck Automation

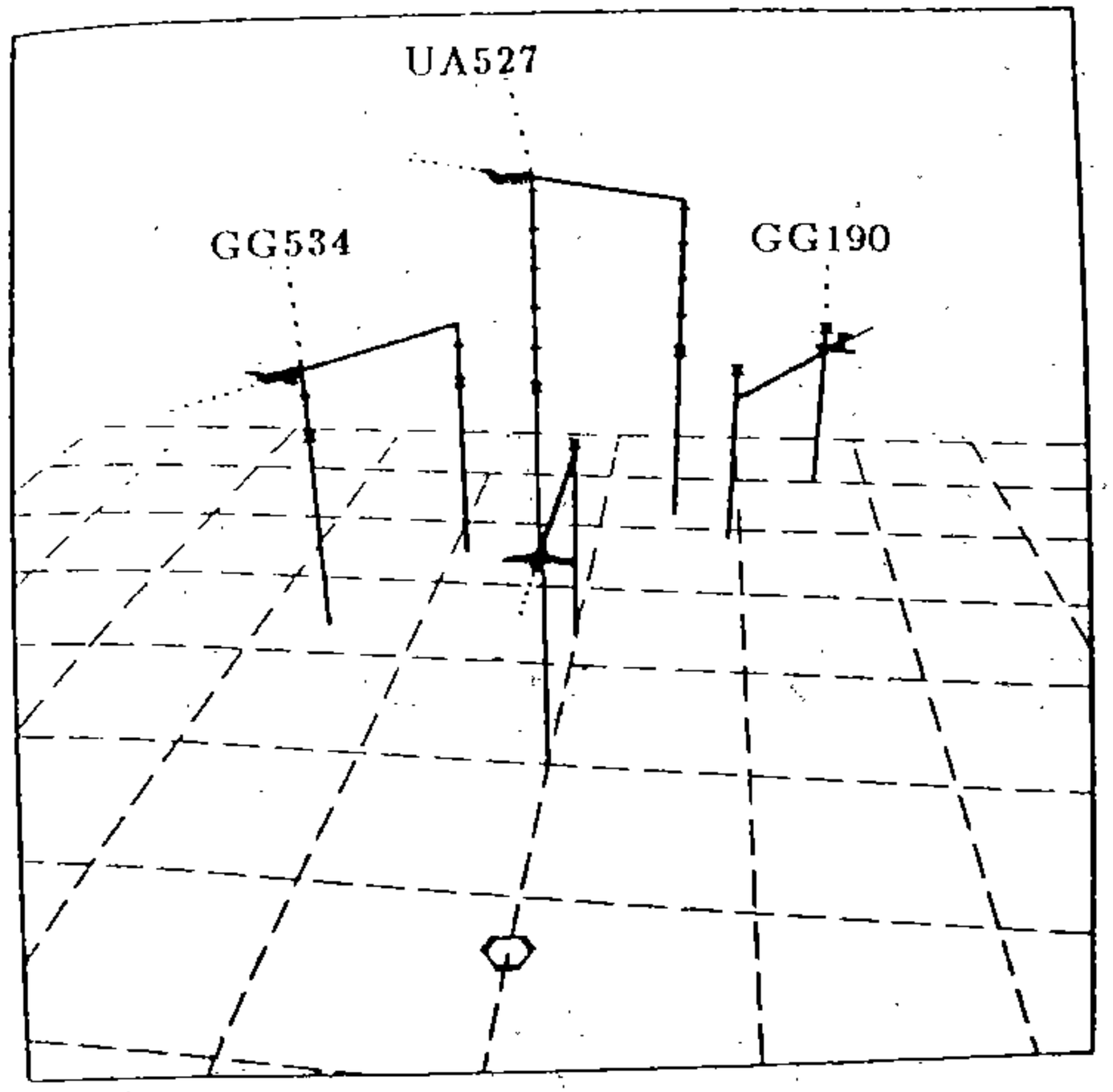
Category	Sample questions
Equipment design	What safeguards should there be against inadvertent activation or deactivation of systems?
	How should the pilot monitor the state of the system?
	How much knowledge should the pilot have of the system?
	Should the system automatically correct errors without notifying the pilot?
	When should the system be manually overridden?
	How will unforeseen circumstances be dealt with?
	How can entry errors, such as missetting waypoints in a navigational computer, be averted?
False alarms	What principles should be applied in providing alarm-validity checks?
	Should a computer determine the priority of alarms?
	Why are alarms sometimes ignored (the "cry wolf" phenomenon)?
Failure to monitor	How can overreliance on automatic systems be prevented?
Flexibility	How much modification of the system should be possible in flight?

Source: Adapted from Boehm-Davis et al. (1983).



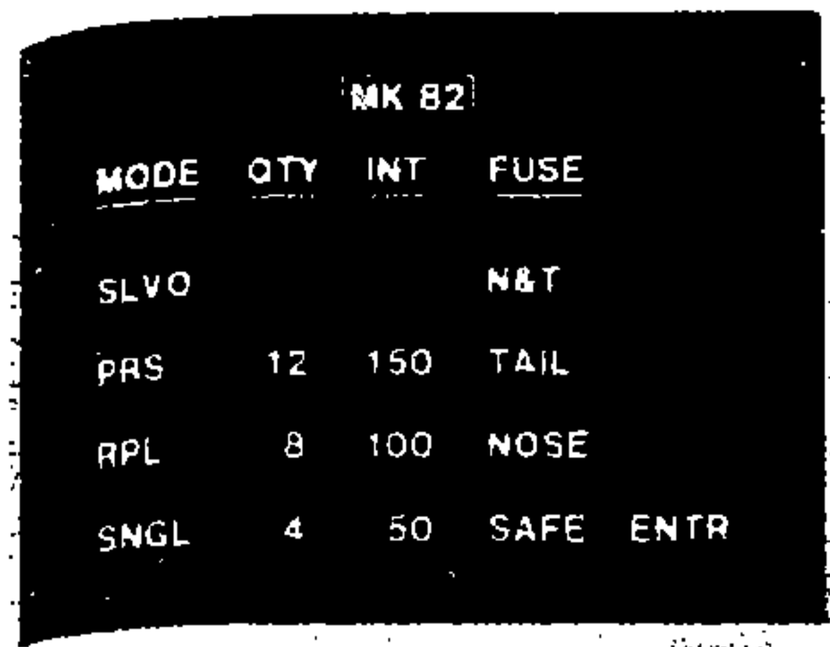
PLAN-VIEW DISPLAY

Prototype of CDTI. From "Perspective Traffic Display Format and Air Pilot Traffic Avoidance" by S. Ellis, M. McGreevy, and L. Hitchcock, 1987, *Human Factors, 29*, p. 61. Copyright 1987 by the Human Factors Society, Inc. Reprinted by permission.

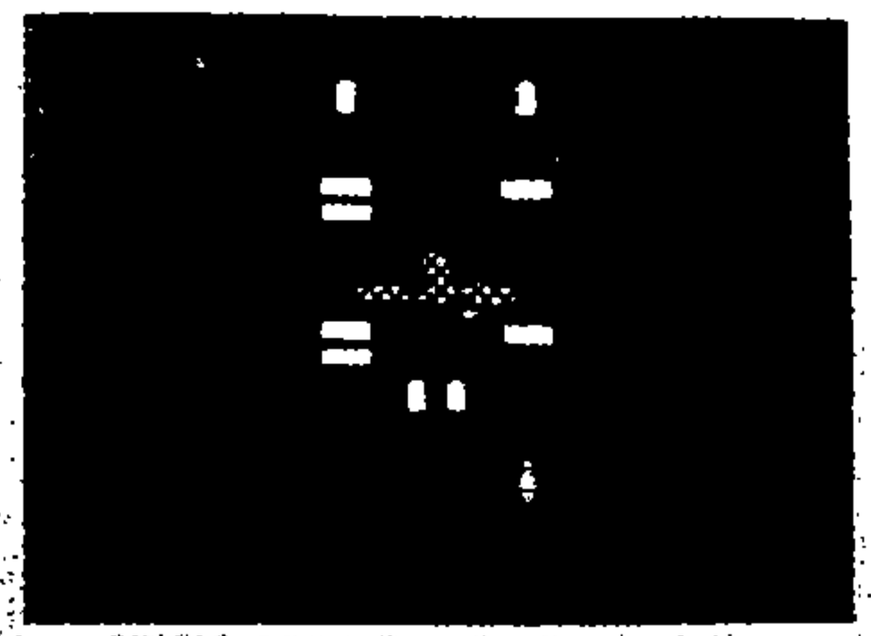


PERSPECTIVE DISPLAY

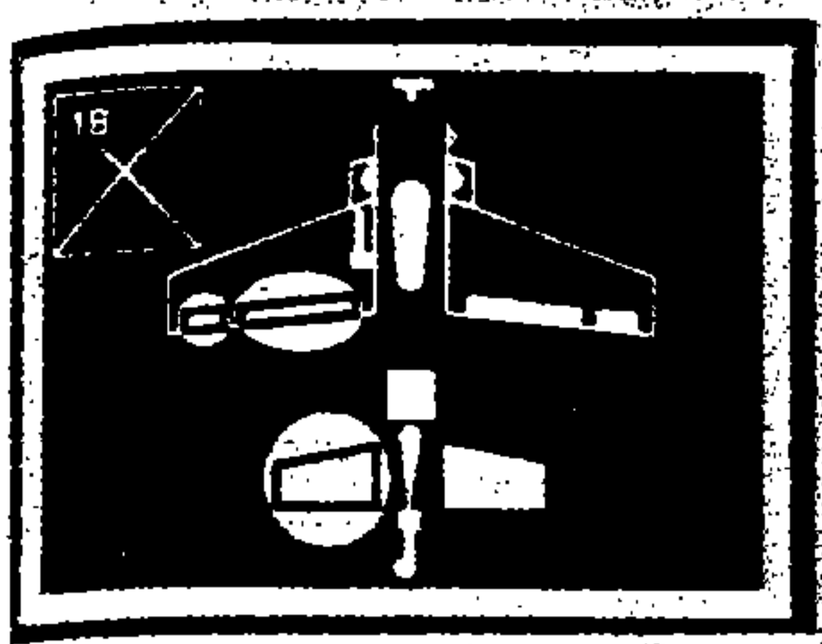
Three-dimensional perspective format of CDTI. From "Perspective Traffic Display Format and Air Pilot Traffic Avoidance" by S. Ellis, M. McGreevy, and L. Hitchcock, 1987, *Human Factors*, 29, p. 61. Copyright 1987 by the Human Factors Society, Inc. Reprinted by permission.



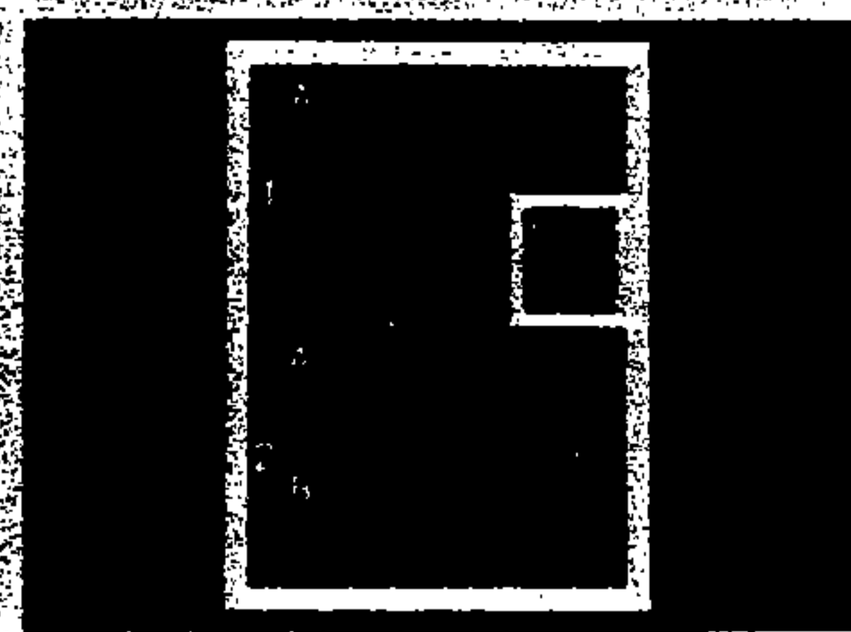
STORES MANAGEMENT



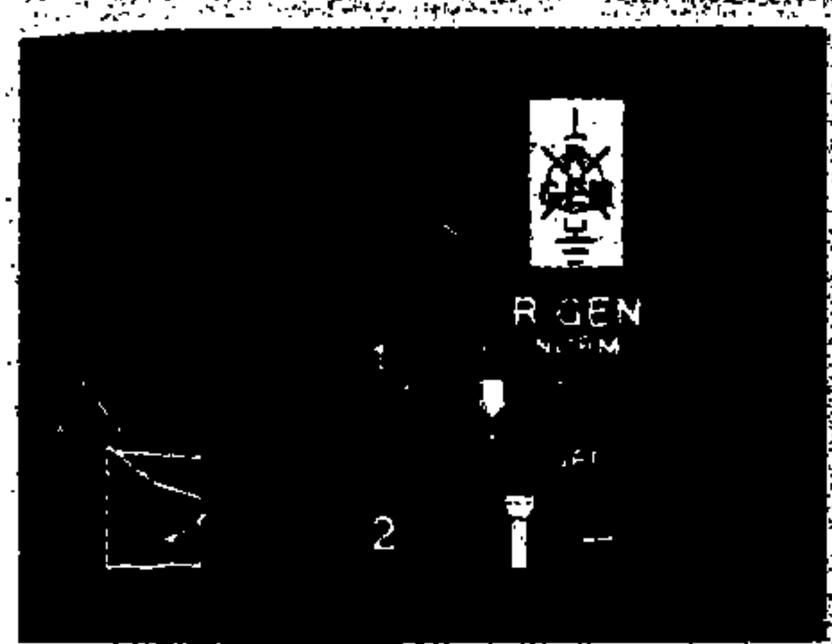
ENGINE STATUS



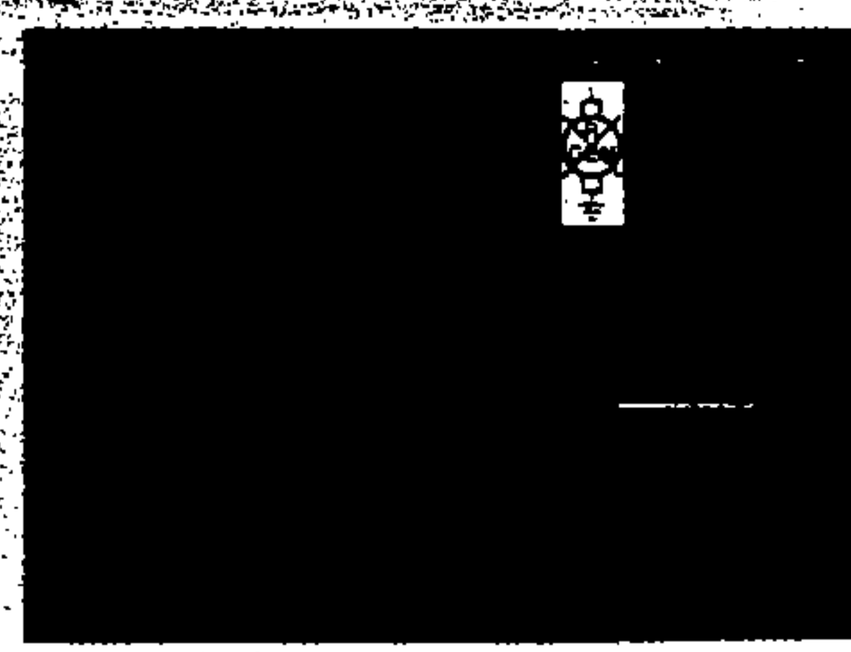
HYDRAULIC ADVISORY



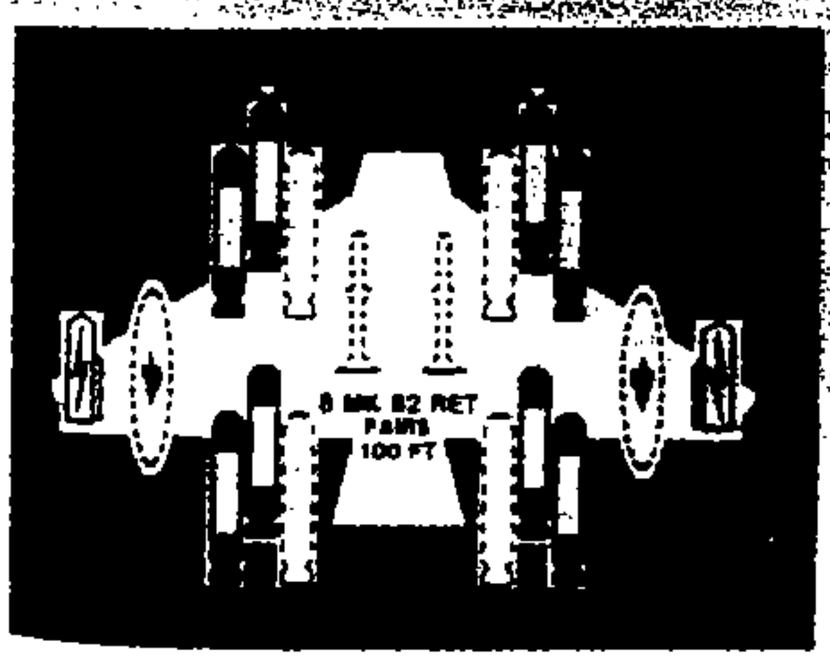
HYDRAULIC STATUS



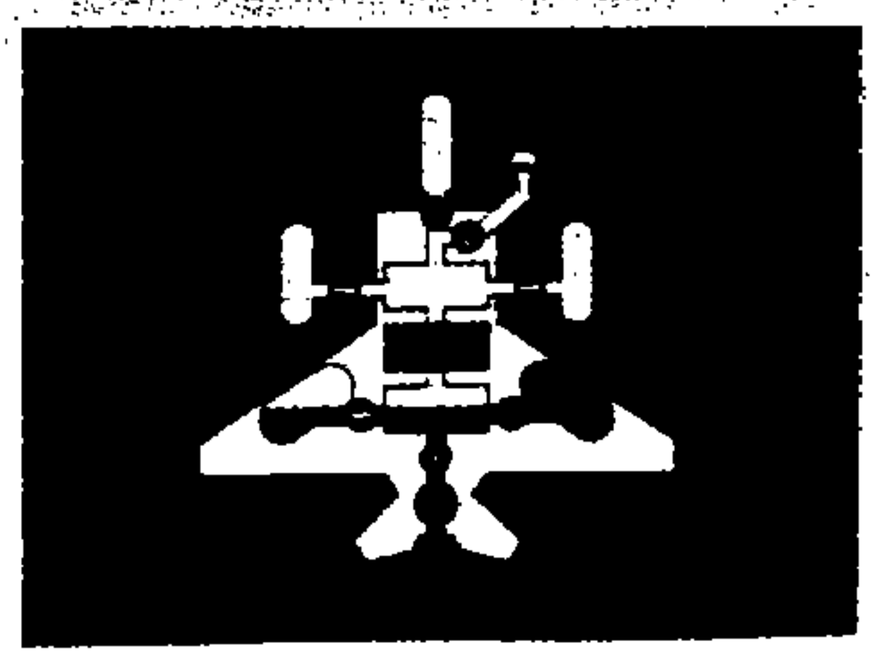
ELECTRICAL ADVISORY



ELECTRICAL STATUS

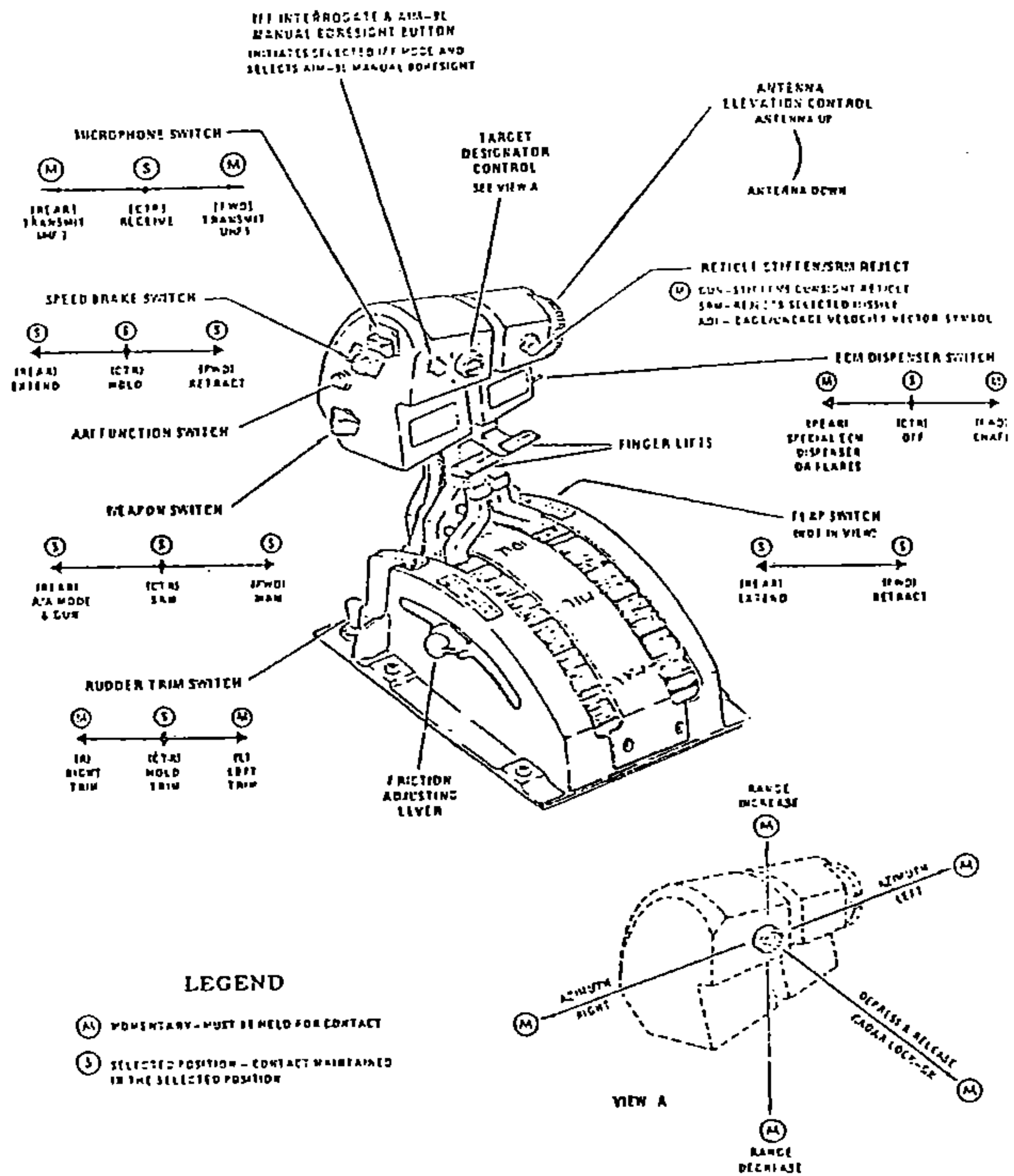


STORES STATUS

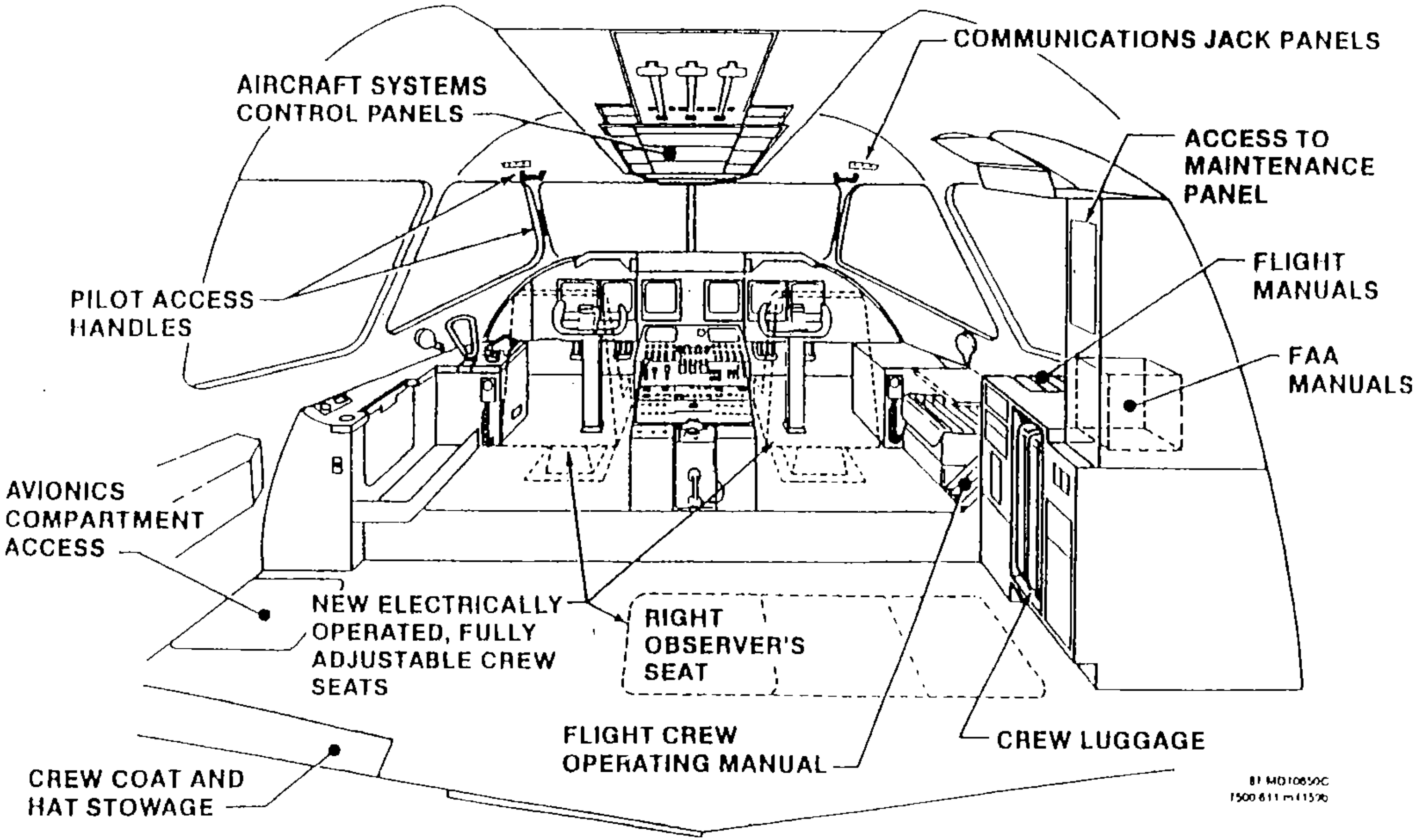


FUEL STATUS

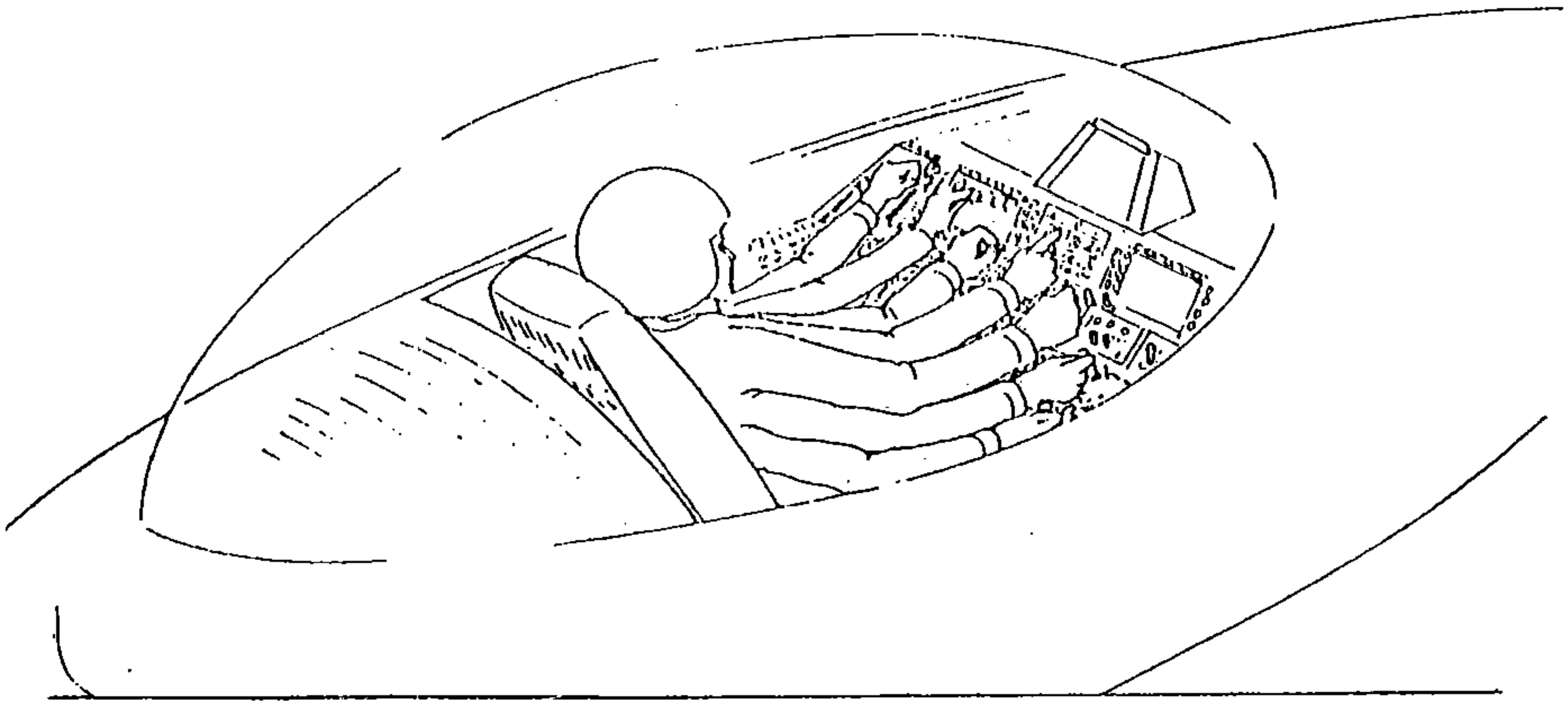
THROTTLE QUADRANT



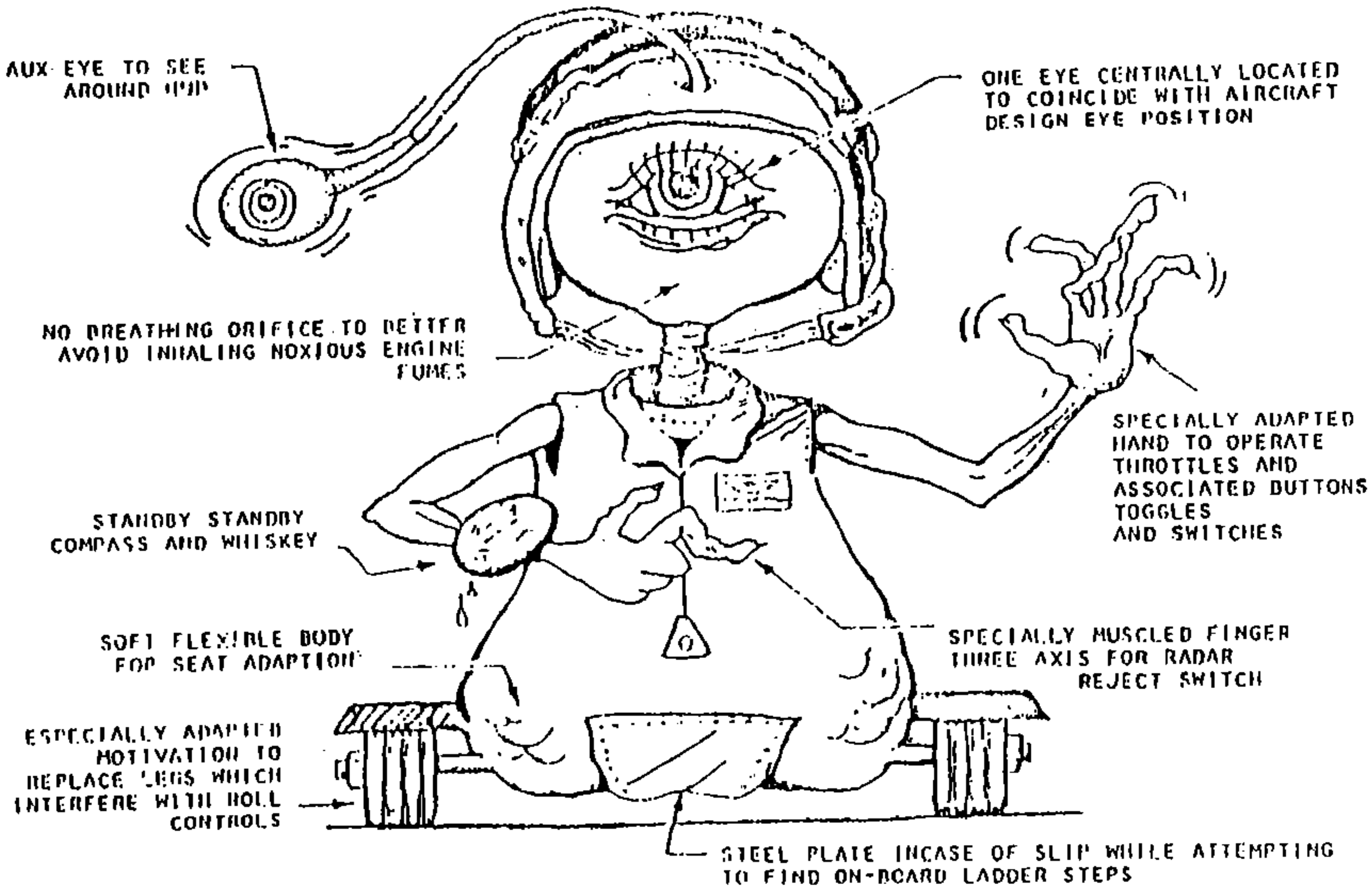
MD-11 FLIGHT COMPARTMENT

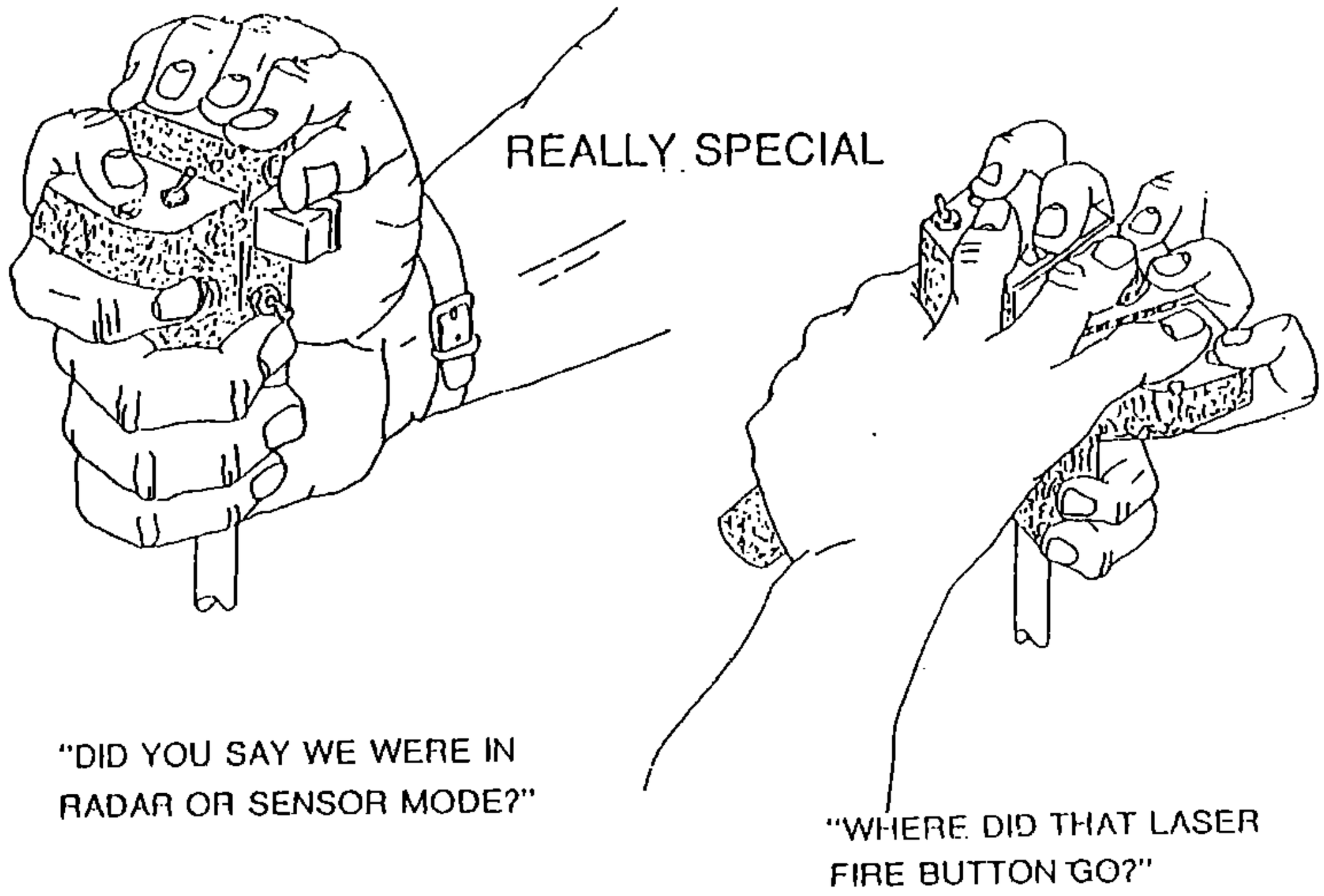


IT MAY TAKE A SPECIAL BREED OF MAN
TO PILOT THE SINGLE SEAT FIGHTER
OF THE FUTURE



F-15 PILOT


AUX EYE TO SEE AROUND
ONE EYE CENTRALLY LOCATED TO COINCIDE WITH AIRCRAFT DESIGN EYE POSITION
NO BREATHING ORIFICE TO BETTER AVOID INHALING NOXIOUS ENGINE FUMES
SPECIALLY ADAPTED HAND TO OPERATE THROTTLES AND ASSOCIATED BUTTONS TOGGLES AND SWITCHES
STANDBY STANDBY COMPASS AND WHISKEY
SOFT FLEXIBLE BODY FOR SEAT ADAPTION
SPECIALLY MUSCLED FINGER THREE AXIS FOR RADAR REJECT SWITCH
ESPECIALLY ADAPTED MOTIVATION TO REPLACE LEGS WHICH INTERFERE WITH ROLL CONTROLS
STEEL PLATE INCASE OF SLIP WHILE ATTEMPTING TO FIND ON-BOARD LADDER STEPS


REALLY SPECIAL
"DID YOU SAY WE WERE IN RADAR OR SENSOR MODE?"
"WHERE DID THAT LASER FIRE BUTTON GO?"

JEPPESEN 26 APR 85 (11-6)

LONDON, U.K.
HEATHROW
ILS Rwy 23

LOC *110.7 ICC

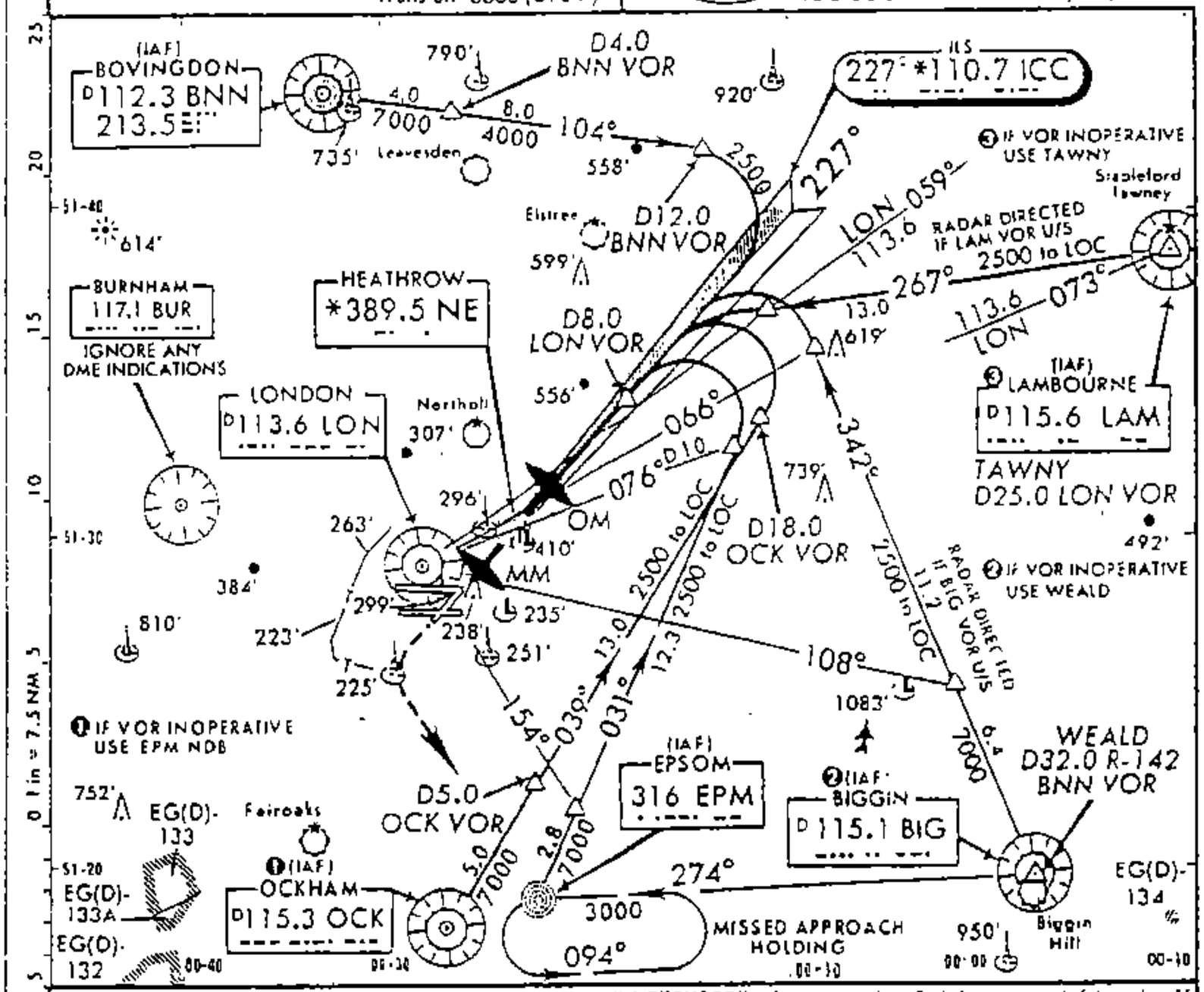
Apt. Elev 80'

*ATIS Arrival 112.3 115.1 133.07
HEATHROW Approach (R) 119.2 119.5 120.4
HEATHROW Tower 118.7 118.5 (0830-2130) 121.0
Ground 121.9

Alt Set: MB

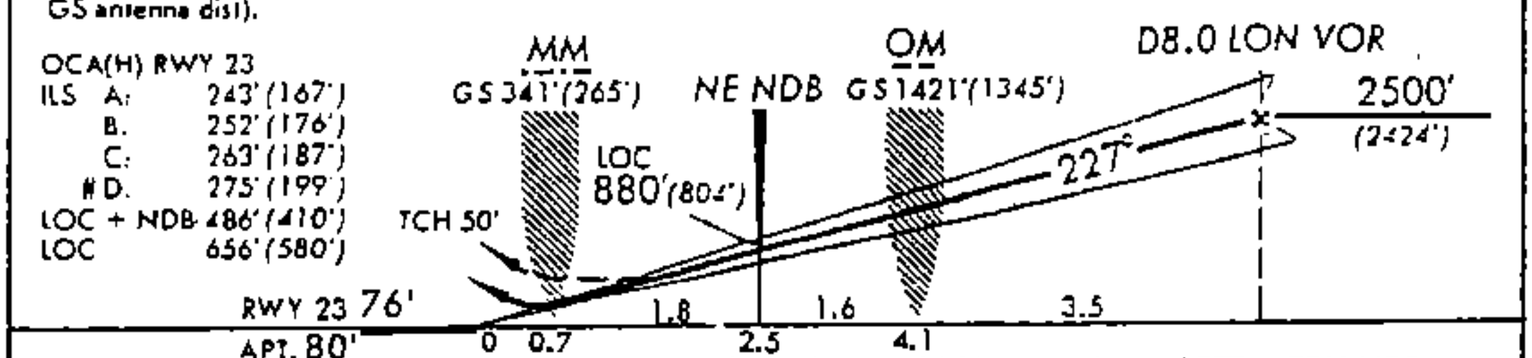
Trans level: By ATC
Trans alt: 6000' (5924')

MSA ICC LOC: 2200' (278°), 2100' (048°)



Intermediate approach valid for 90-240 KT TAS. # OCA(H) 279' (203') when exceeding Std dimensions (of 6m wheel/GS antenna dist).

OCA(H) RWY 23
ILS A: 243' (167')
B: 252' (176')
C: 263' (187')
D: 275' (199')
LOC + NDB 486' (410')
LOC 656' (580')



MISSED APPROACH: Climb STRAIGHT AHEAD, when above 1500' (1424') turn LEFT to EPM NDB continue climbing to 3000' (2924'). NOTE: Climb to 1000' (924') prior to level acceleration, advise ATC and turn to EPM NDB at D5.0 LON VOR.

STRAIGHT-IN LANDING RWY 23	ILS DA(H) 276' (200') FULL	ILS DA(H) 276' (200') ALS out	ILS DA(H) 326' (250') MM out	LOC (GS out) MDA(H) 490' (414') with NDB	LOC (GS out) MDA(H) 490' (414') with NDB MM out	LOC (GS out) MDA(H) 490' (414') with NDB ALS out	LOC (GS out) MDA(H) 660' (584') w/o NDB	LOC (GS out) MDA(H) 660' (584') w/o NDB MM out	LOC (GS out) MDA(H) 660' (584') w/o NDB ALS out
A									
B	[1] 1200m	[1] 1200m	[1] 1200m	1300m	NA	[3] 1600m	[3] 1600m	NA	[3] 1600m
C									
D				[3] 1600m					

CIRCLE-TO-LAND	MDA(H)
A	[1] 580' (500') 1900m
B	730' (650') 2800m
C	[1] 830' (750') 3700m
D	[1] 830' (750') 4600m

Gnd speed Kts	70	90	100	120	140	160
ILS GS 3.00°	377	484	538	646	753	861
LOC Descent Gradient 5.2%	369	474	527	632	735	843
MAP at MM						

[1] Acft over 60m: 352 700 lbs MLW MDA(H) 880' (800').
[2] UK auth 700m. [3] US auth 900m. [4] UK auth 1500m.
[5] UK auth 1100m. [6] US auth 1300m. [7] After LOC apch w/o NDB: MDA(H) 660' (580').

© 1984 JEPPESEN SANDERSON, INC.

三・人員本身

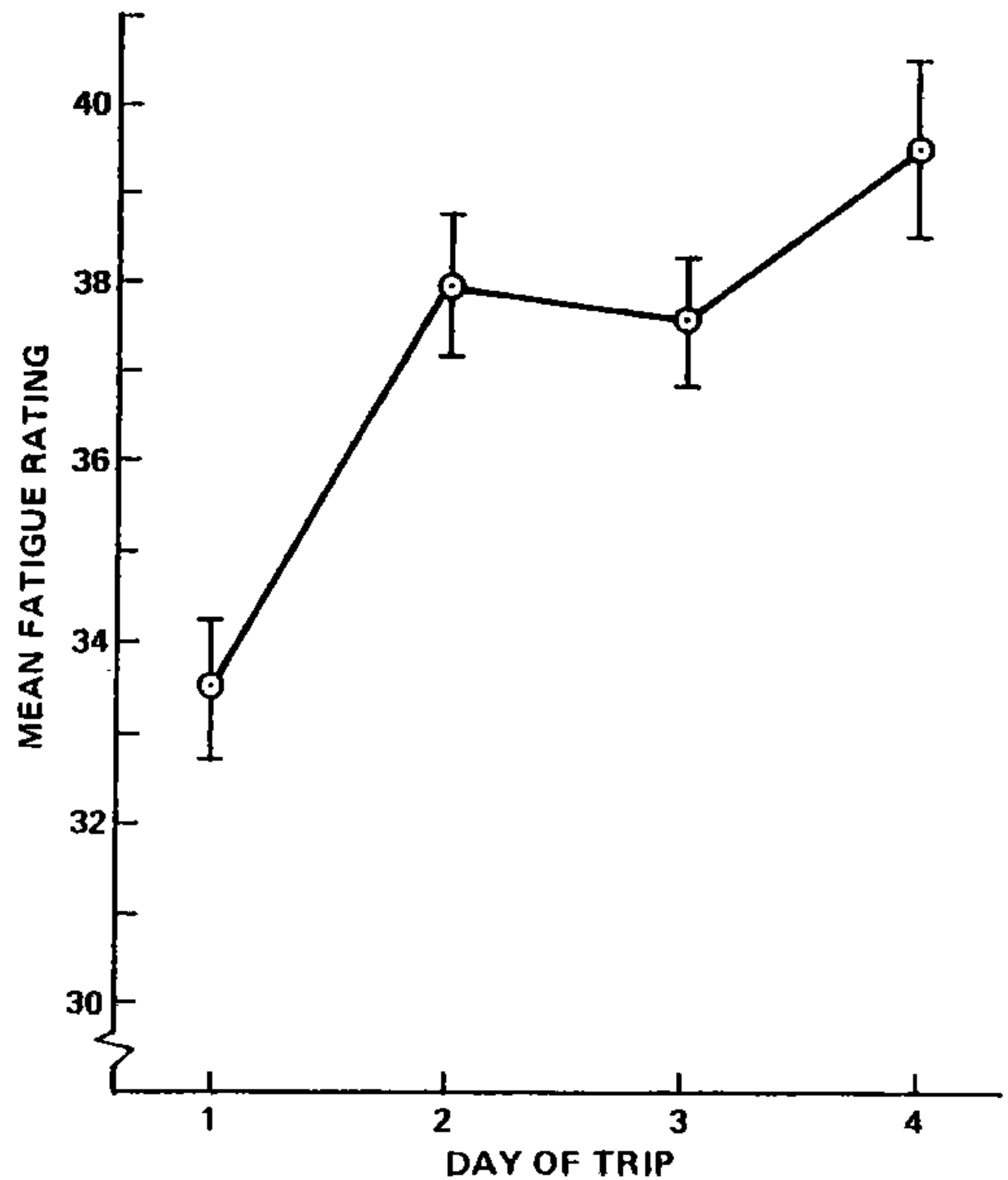
1. 生理、心理狀況

2. 警戒度

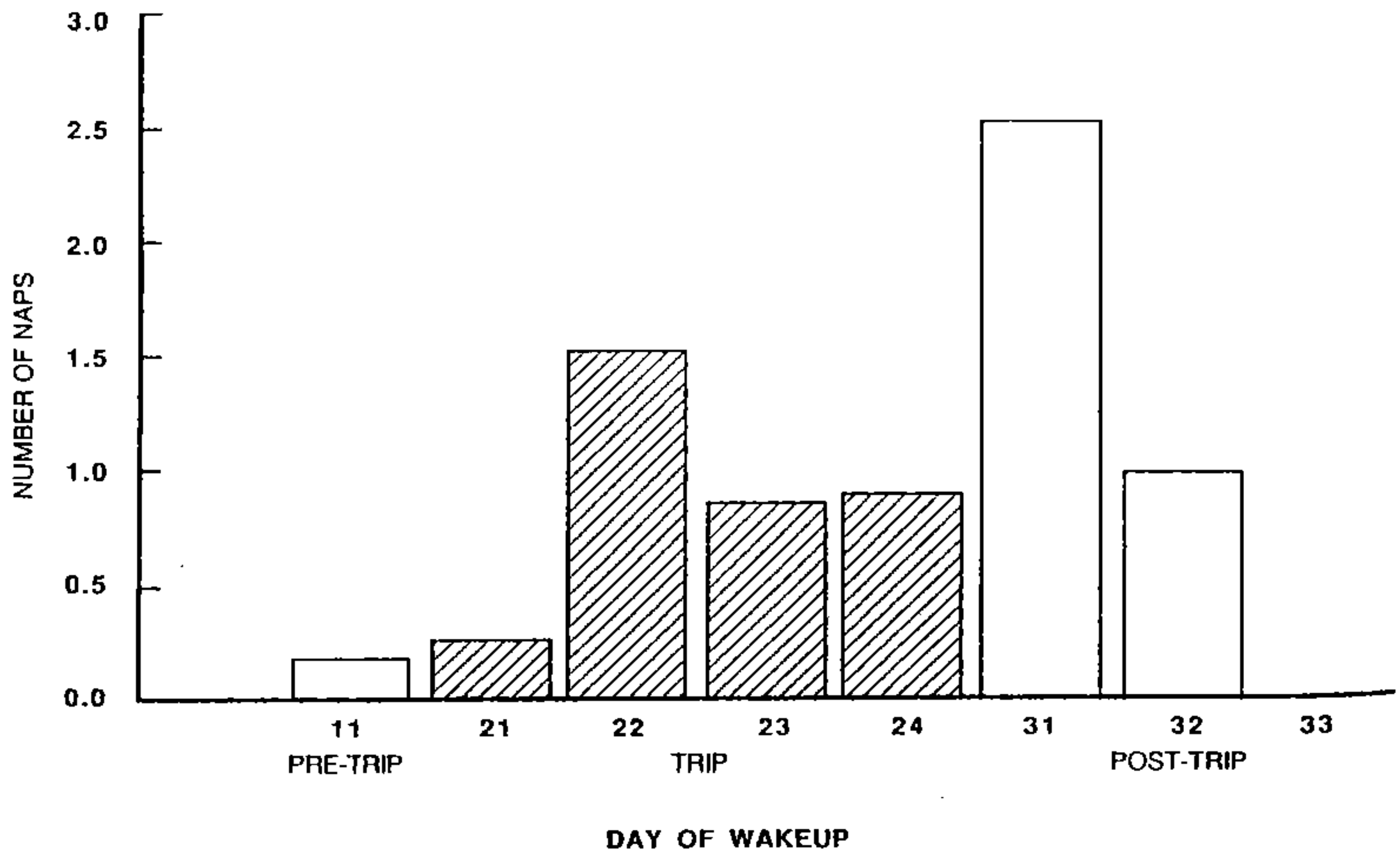
3. 壓力：
   (1) 注意力範圍縮小
   (2) 工作記憶受到干擾
   (3) 長期記憶受到干擾
   (4) 策略選擇改變

4. 知識、技術與經驗（人員選訓）

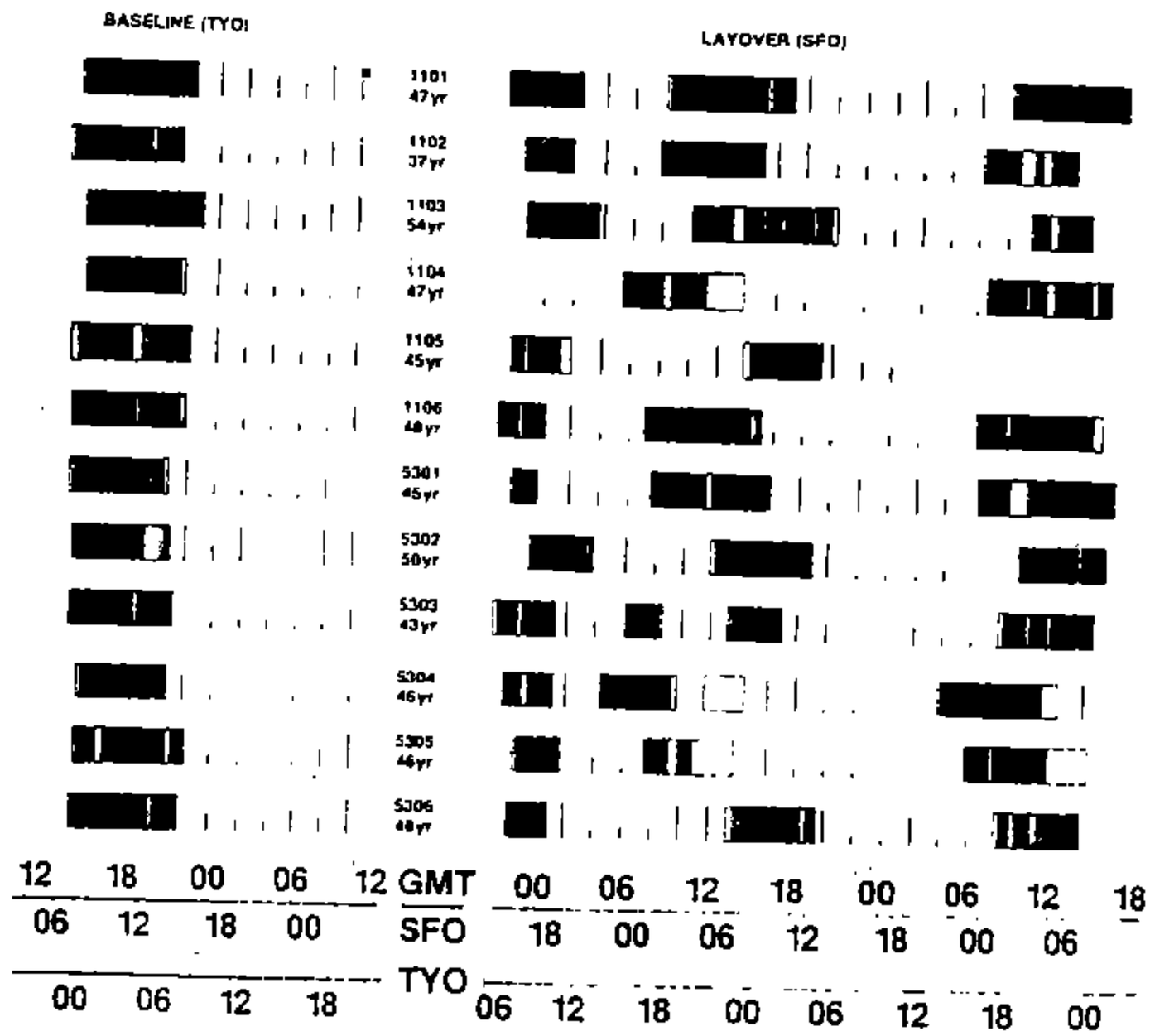
5. 動機、工作滿足感

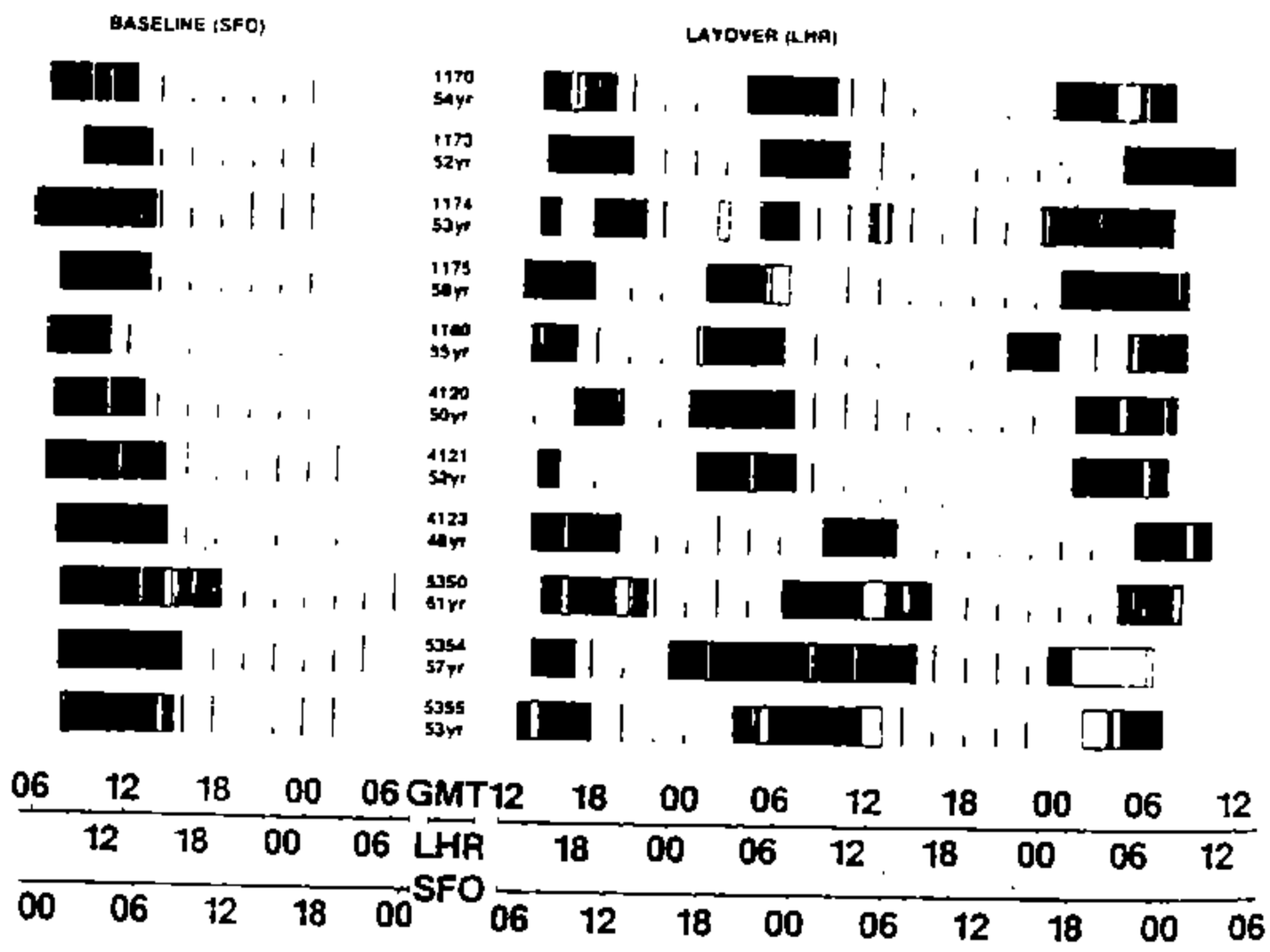


Mean subjective fatigue ratings (± SE) for 74 short-haul crew members on successive days of a 3- or 4-day trip. Means are based on ratings made on a 100 mm analog scale (from 0 = alert to 100 = drowsy) every 2 hours throughout the day whenever subjects were awake.

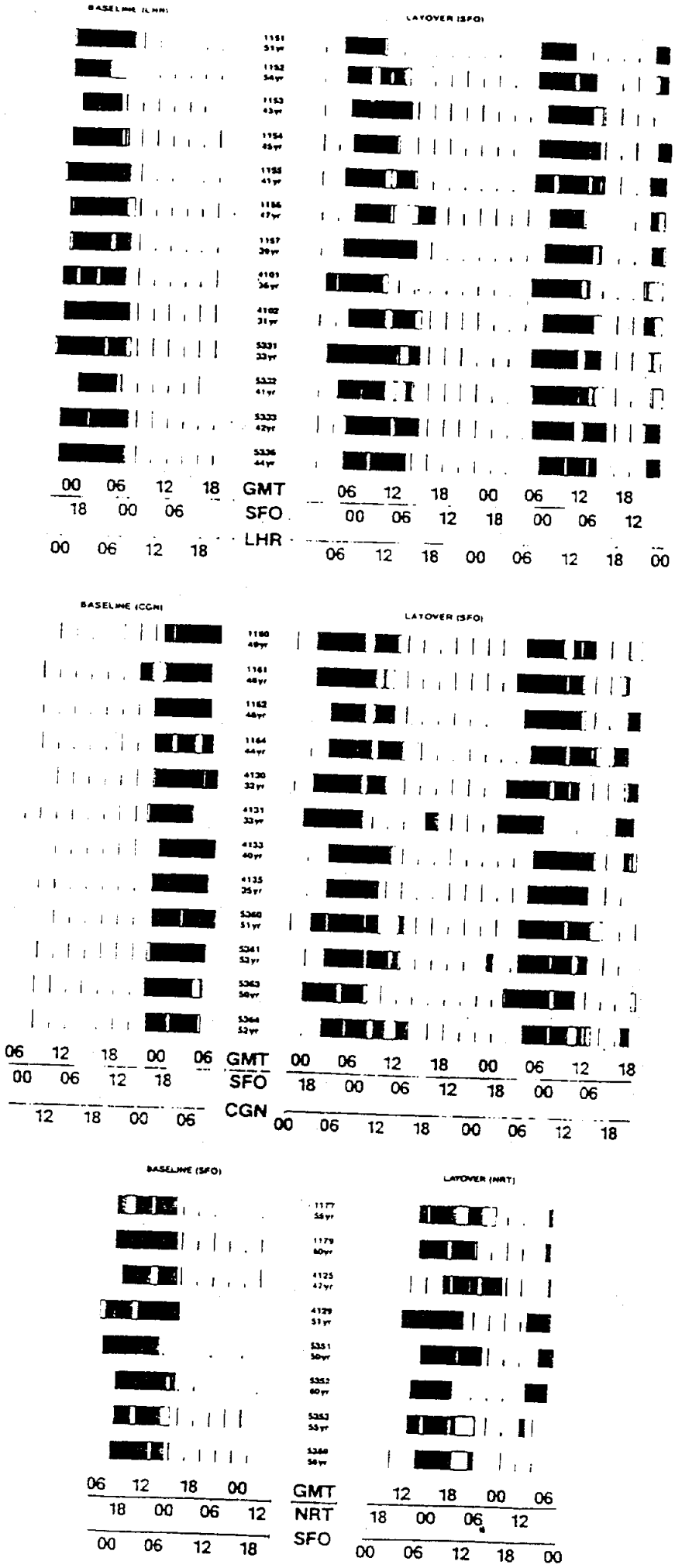


Mean number of self-reported naps during successive short-haul trip days compared to days at home before and after the trip. For each subject, the number of daily naps was normalized with respect to the mean daily number of naps for that subject across the entire study.





Sleep–wake patterns for individual B-747 crew members from two airlines during homebase recordings and after eastward night flights. Vertical lines represent sleep latency tests, the height of each being proportional to the time taken to fall asleep (maximum = 20 min). Black rectangles represent EEG-validated sleep: open bars represent time in bed while not asleep.



Sleep–wake patterns for individual B-747 crew members from three airlines during homebase recordings and after westward flights.

四．作業環境與管理

1. 團隊組成、互動、領導風格

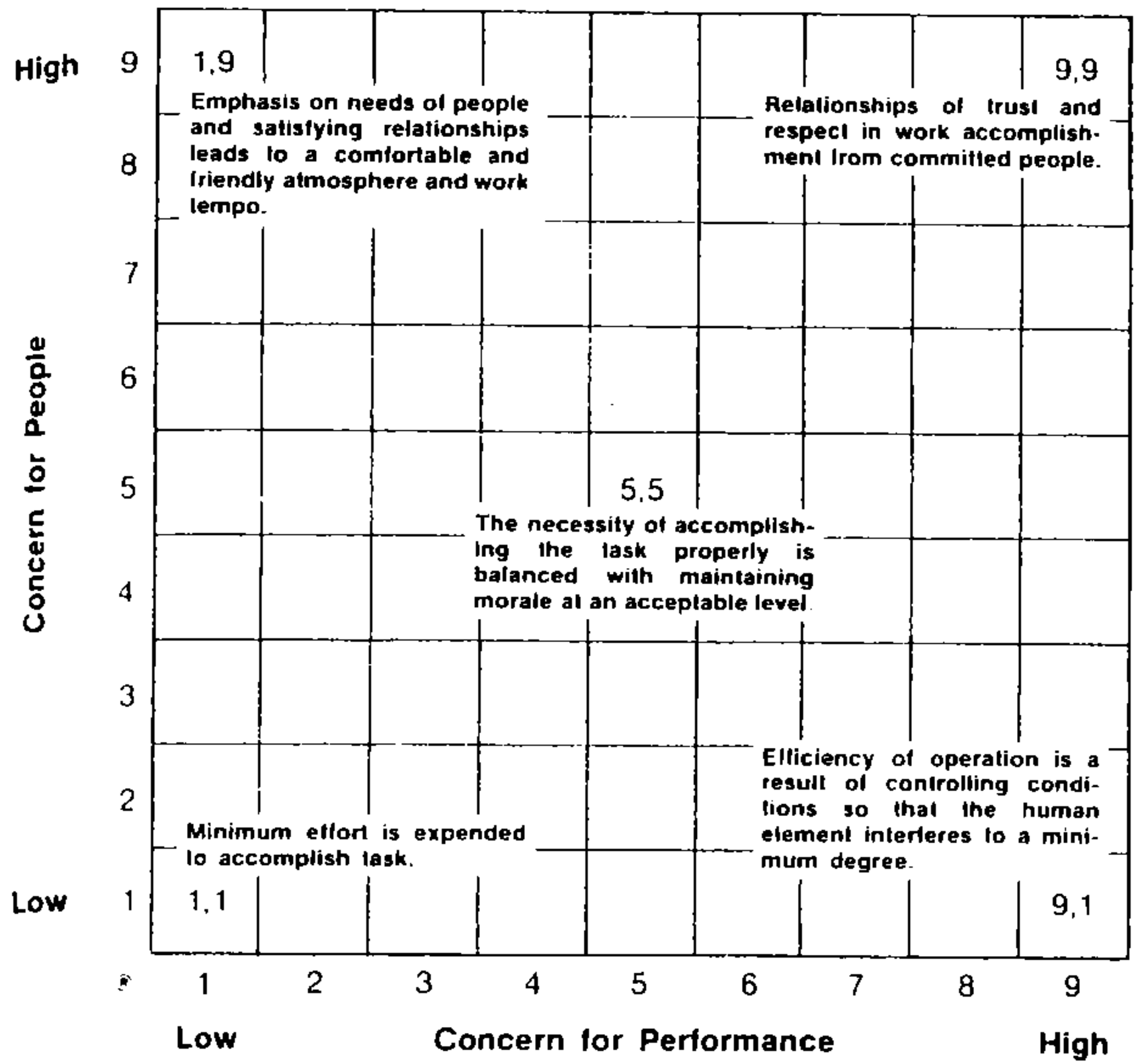
2. 組織文化

3. 營運政策

4. 排班與績效管理

5. 物理環境（例如：照明、通風、溫度、濕度等）

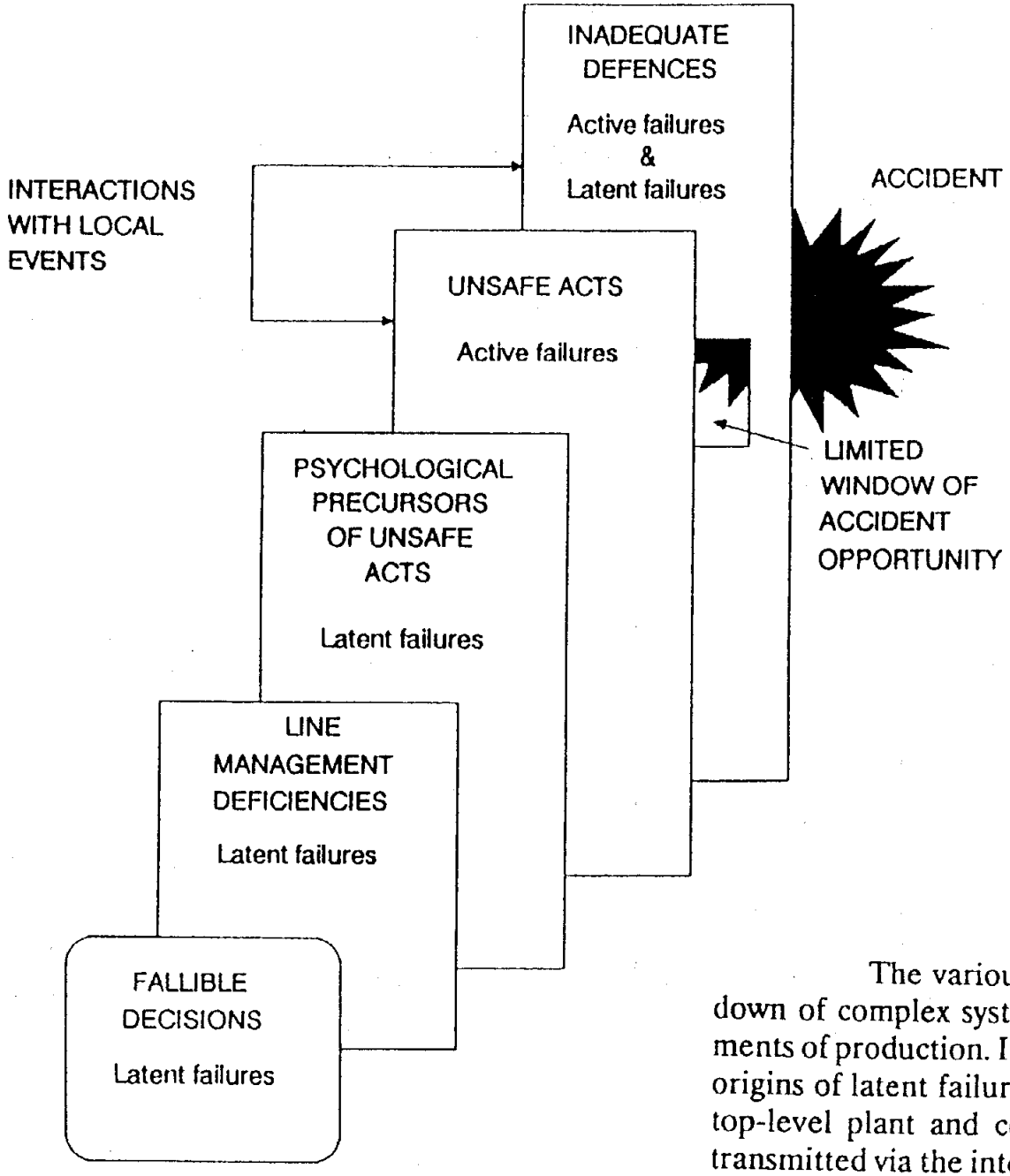
The Grid®



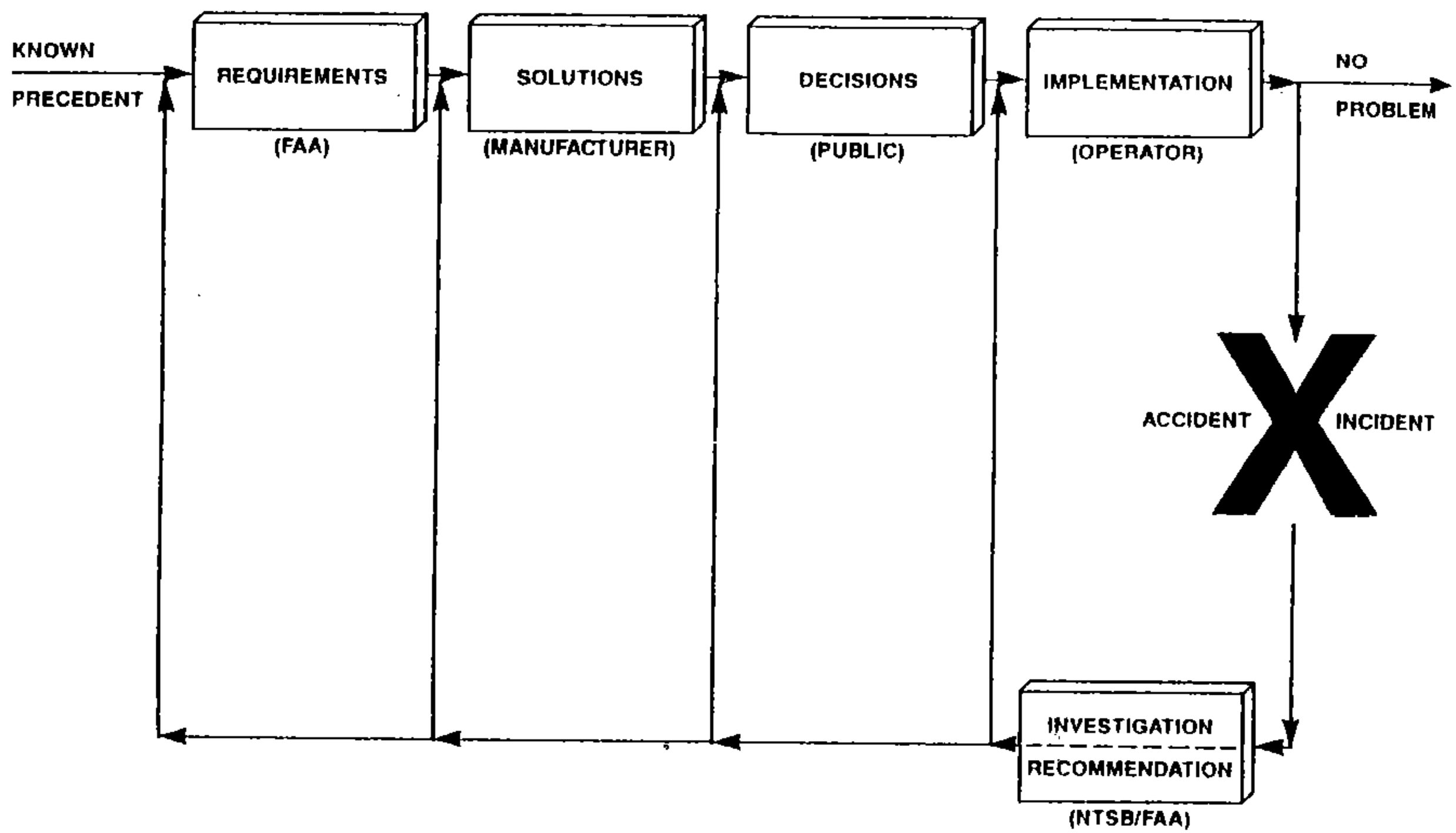
The "managerial grid." (Courtesy of Scientific Methods, Inc.)

IV. 人爲疏失的防制

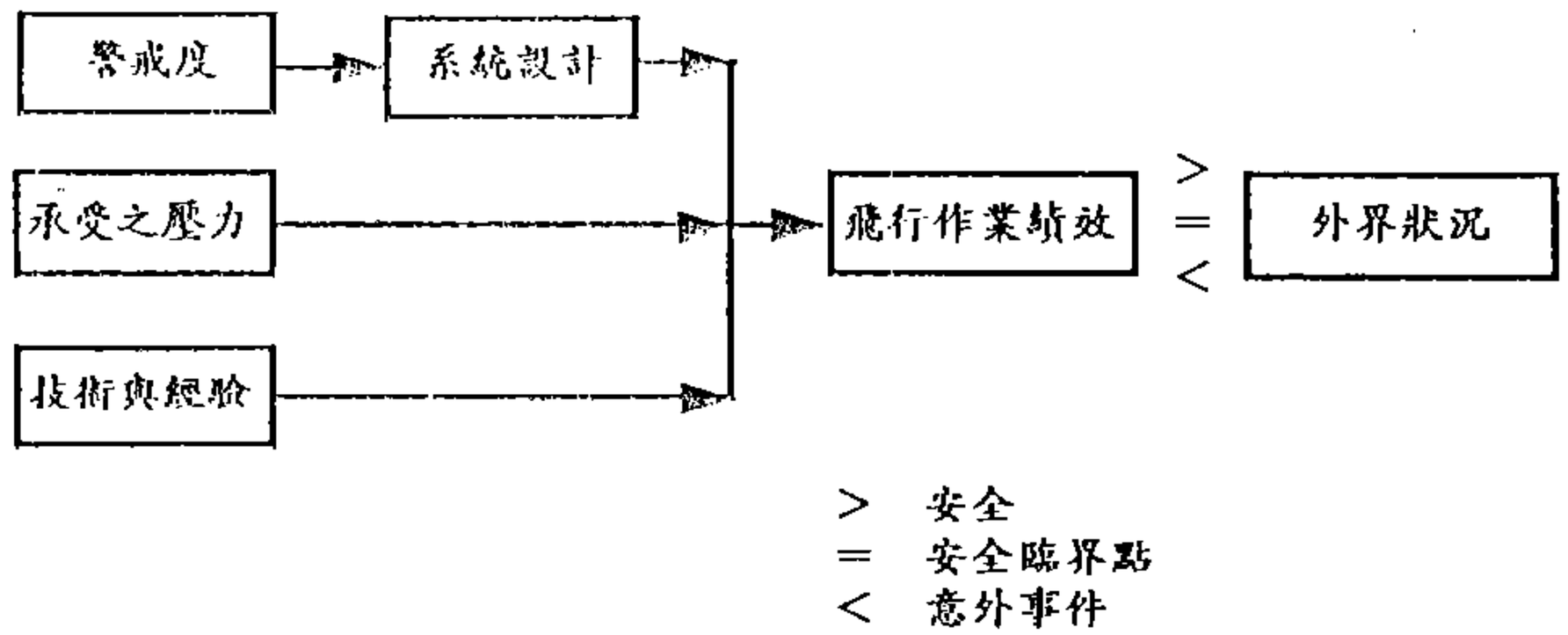
事故發生之發展環節：



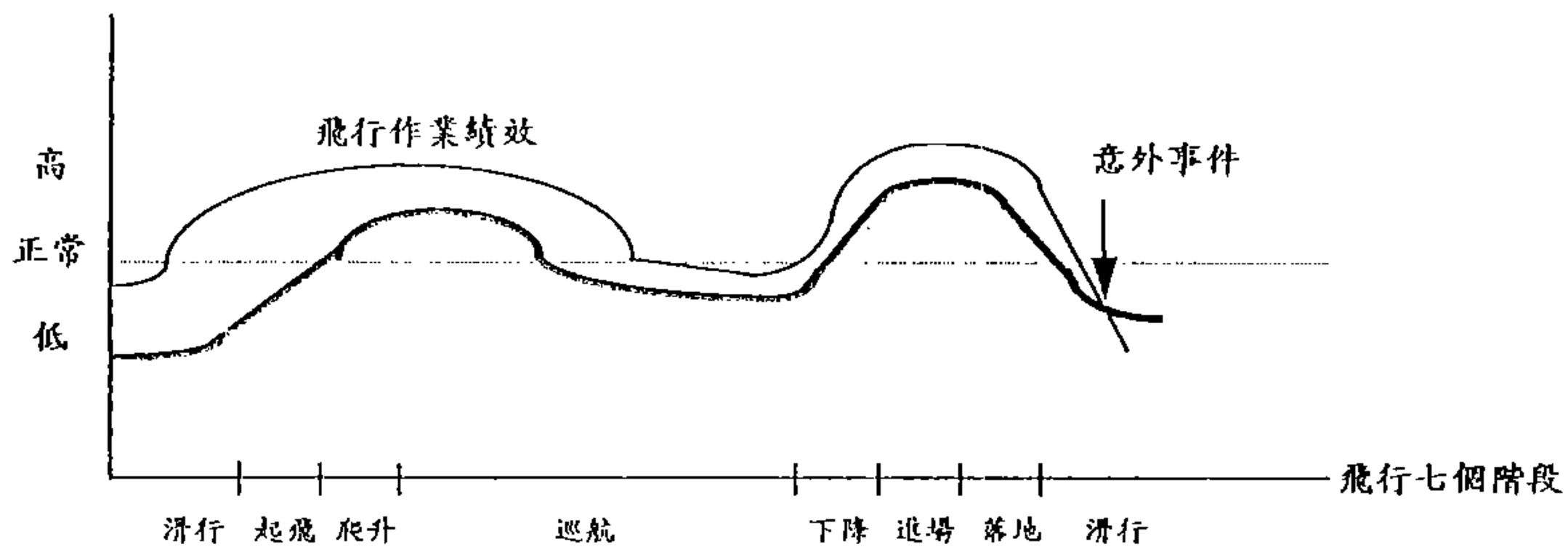
The various human contributions to the breakdown of complex systems are mapped onto the basic elements of production. It is assumed that the primary systemic origins of latent failures are the fallible decisions taken by top-level plant and corporate managers. These are then transmitted via the intervening elements to the point where system defences may be breached.



The civil aviation accident prevention system. The principal parties in each are shown in parentheses.



意外事件與飛行作業績效之關係



某任務飛行作業績效與外界狀況假分配圖

防制措施：

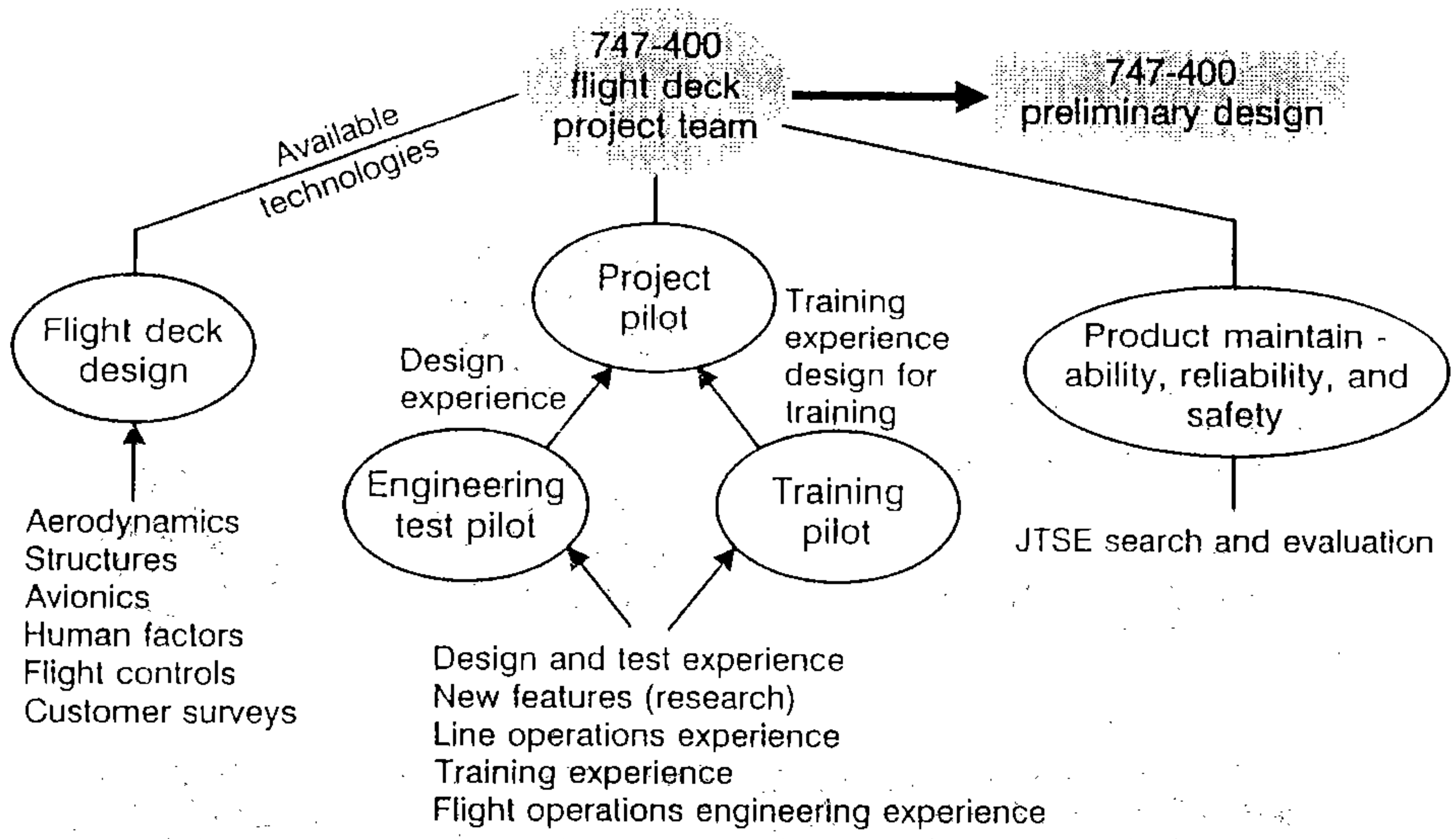
1. 在系統發展或採購階段：

系統規劃採用以作業者中心之策略（ human-centered approach），如 Boeing 777, FAA ISSS

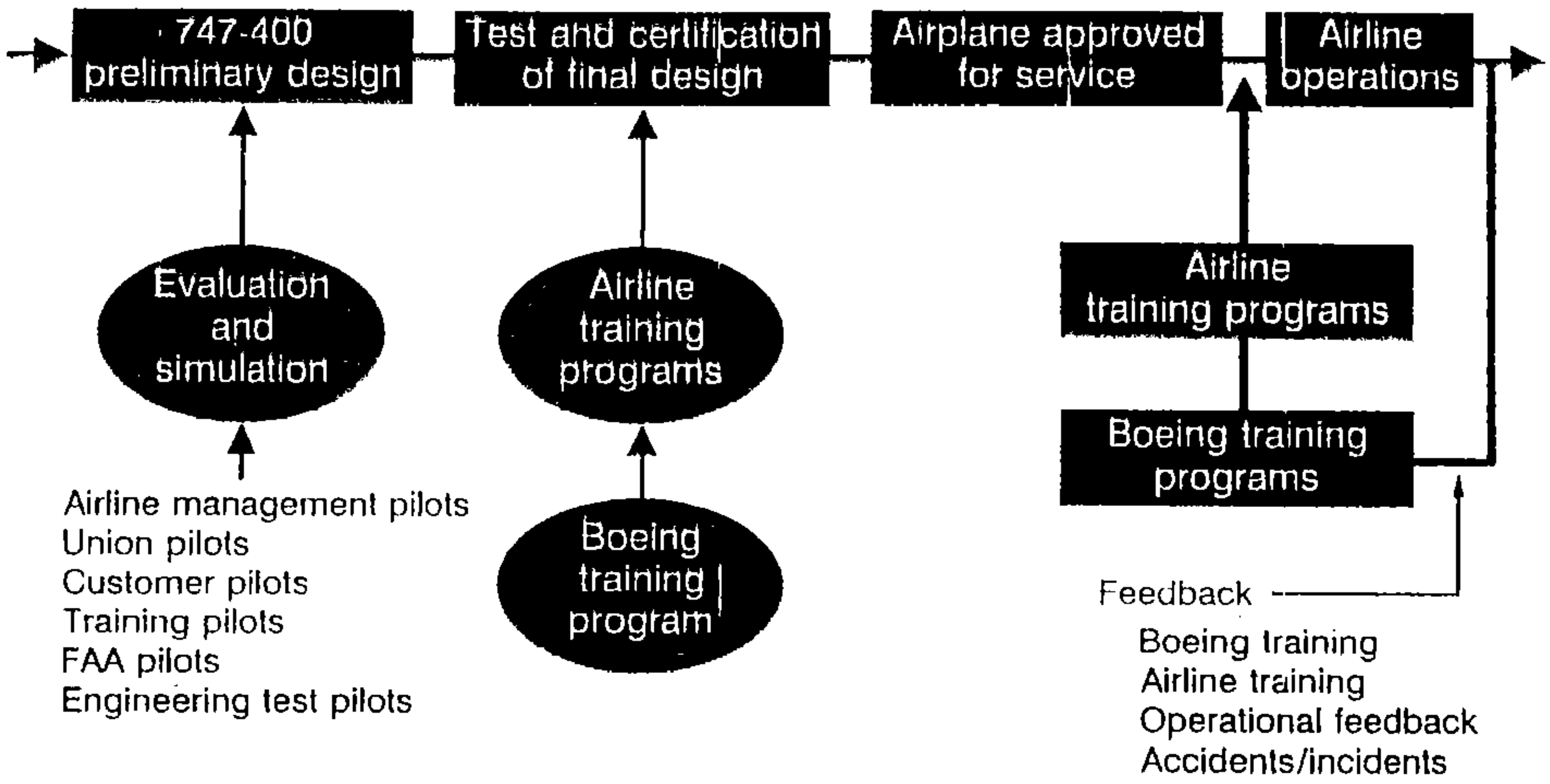
-crew-centered automation

-合理的人員與軟、硬體間之〝伙伴〞關係

-人員作業負荷的合理化



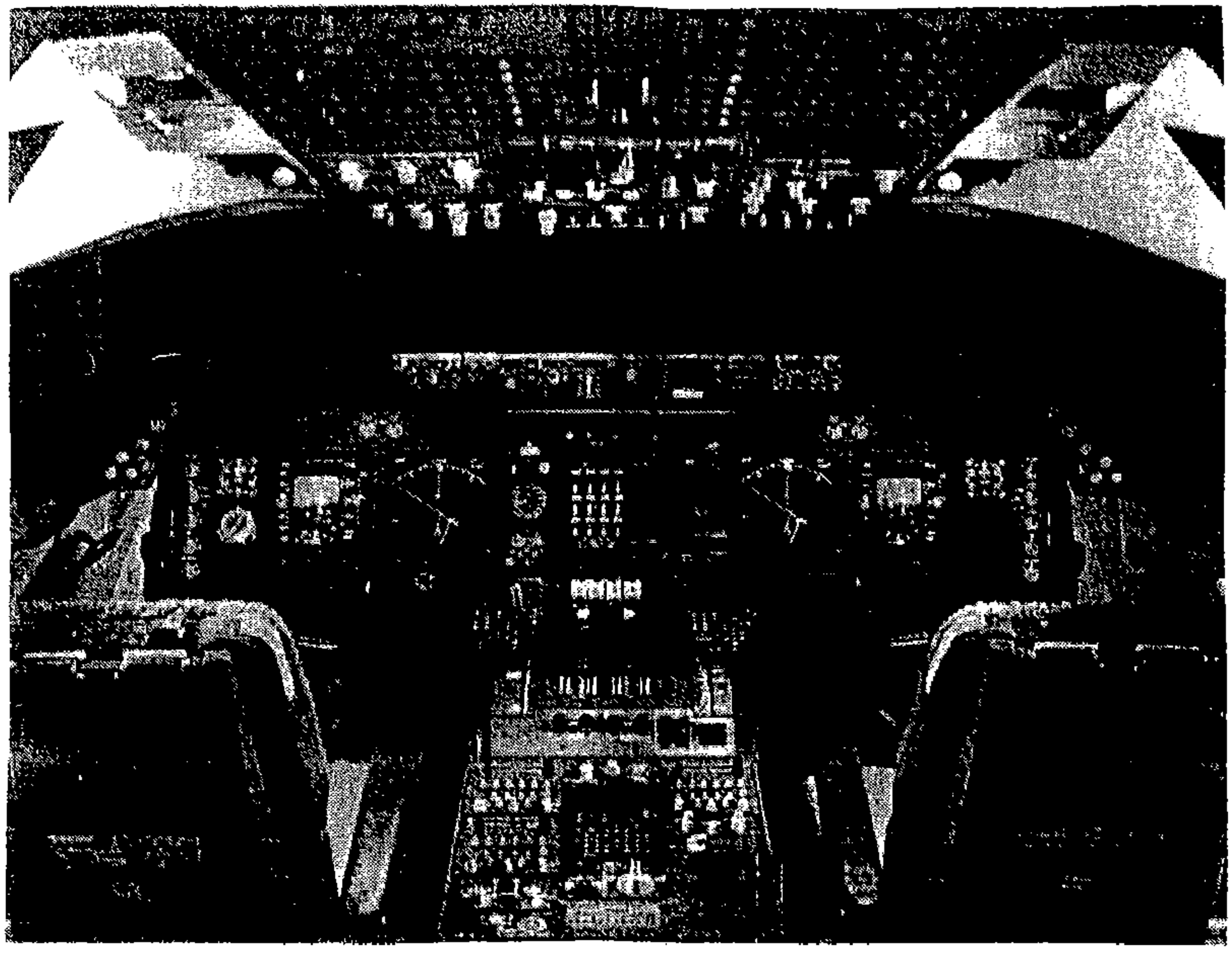
Operational Input to New Designs



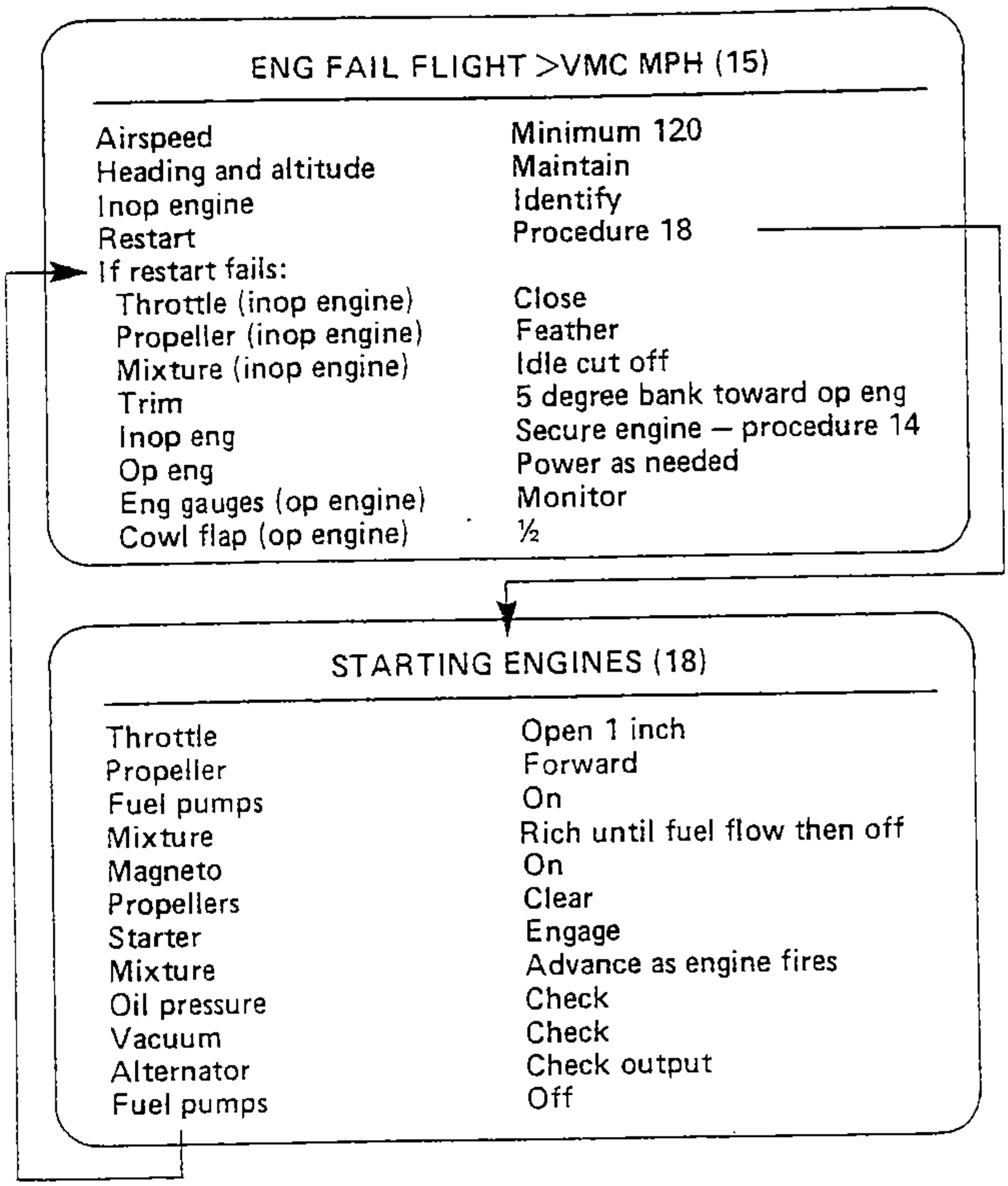
Operational Input to New Designs and Follow-On

Problem	Subproblem	Recommendation
1. Lack of timely aircraft position information	Approach information difficult to read	Map display FMS
	Exact airplane positions not always known—high workload	INS-type information
	Difficult to plan ahead	FMS, map plan mode
2. Engine control and monitoring caused high workload	Difficult to rapidly set desired thrust	Electronic engine control
	Large number of throttle adjustments	
	Lack of alerting for out-of-tolerance condition	Alerting means included with engine instruments
3. Inadequate caution and warning system	Excessive aural and nuisance alerts	Quiet, dark flight deck
	Lack of standard color usage	Standardize colors
	Alerts not centralized or categorized	Central alert with improved logic—simplified systems
4. System management causes high workload and errors	Increase of hardware and functions of systems increases errors	Simplify systems Simplify panel hardware
	Monitoring of out-of-tolerance conditions increases workload	Add redundancy and automation so no immediate crew action required
	Increase procedures	
5. Inadequate design evaluation methods	No means to evaluate design before it is integrated in flight deck	Develop new computerized workload techniques
6. Display reliability	Single systems limit error detection	Digital computers
	Panel temperature reduces reliability	CRT displays Liquid crystal displays Reduce LRUs New concept for equipment cooling
7. Irritation and crew fatigue items	Flight deck noise	New equipment and requirements
	Air conditioning and circulation	
	Eye fatigue	
	Seat comfort	
	Inadequate stowage	
	Instruments and lighted pushbuttons too hot	New pushbutton concept required
8. Inadequate or uneven illumination	New displays make lighting balance more difficult	Automatic dimming controls
9. Poor readability of displays	Improved contrast	New equipment to higher standards
	Visual angle too small	
10. Inadequate landing vision and vision for collision avoidance	Low minimums require better down vision	
	Windows not designed to collision avoidance	New window design criteria

Problem areas addressed by Boeing's Flight Deck Development Committee.



The engineering cab used during the design and test phase of the 747-400 flight deck. The Electronic Flight Instrument System (EFIS) consists of an Attitude Director Indicator, Horizontal Situation Indicator, and an Engine Indication and Crew Alerting System. The displays appear on five color CRTs. Reproduced by permission of Boeing Commercial Airplane Company.



An example of computer aiding in an engine-failure procedure. The computer-based information system keeps track of the status of the current procedure and, at step four, would display procedure 18 before returning to the original procedure at step five. The decision to branch to the new procedure would be indicated via the keyboard, but return to the appropriate step of the original procedure would be automatic. Adapted from S. H. Rouse, W. B. Rouse, and J. M. Hammer (1982). *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, SMC-12*, 455.

2. 在系統運作階段

- 作業人員之甄選與考核

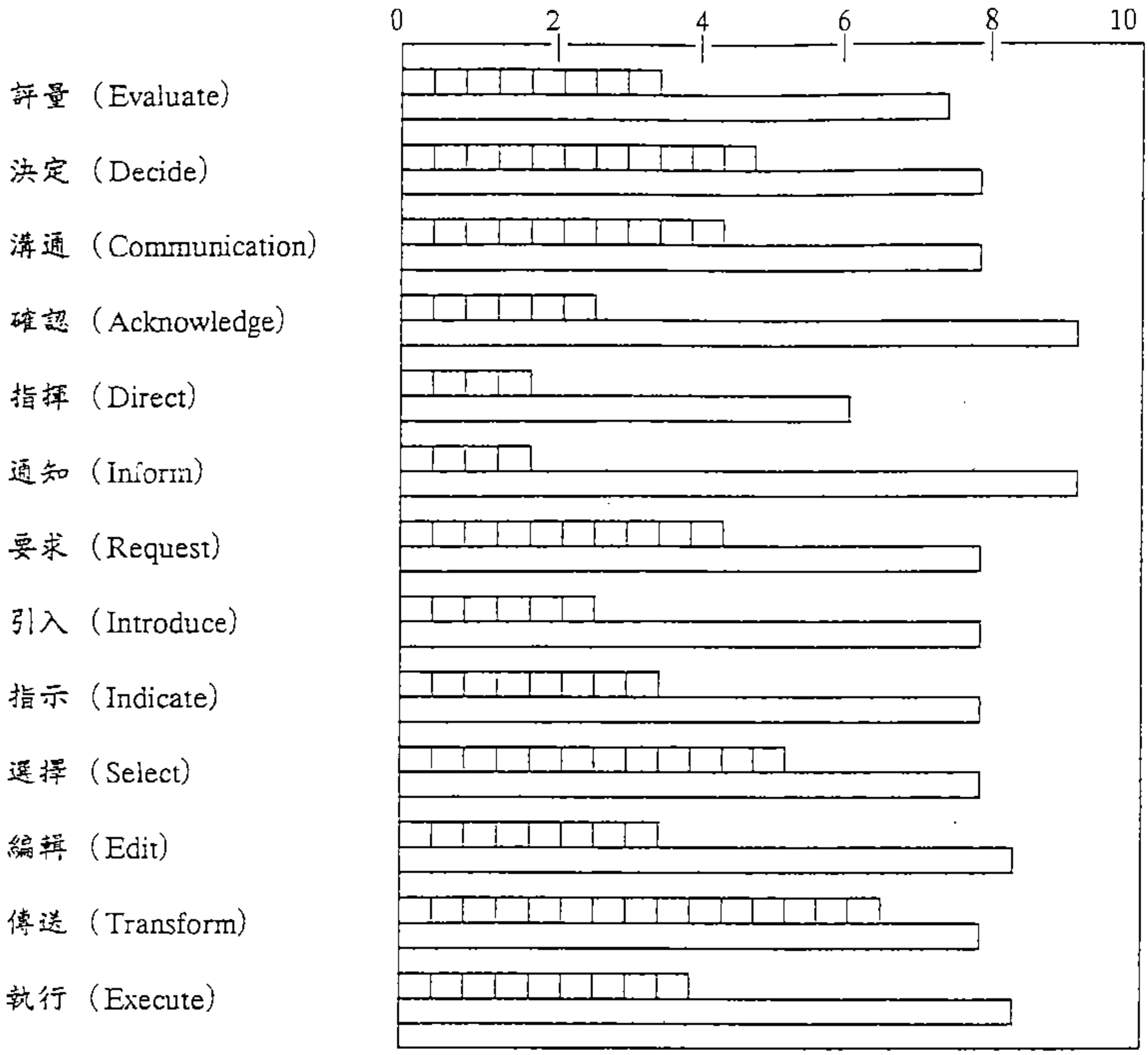
  依作業需要（job requirements）認定作業所需之知識、技術與其它要素，以界定甄選與考核標準，以及選擇測驗之依據

- 訓練

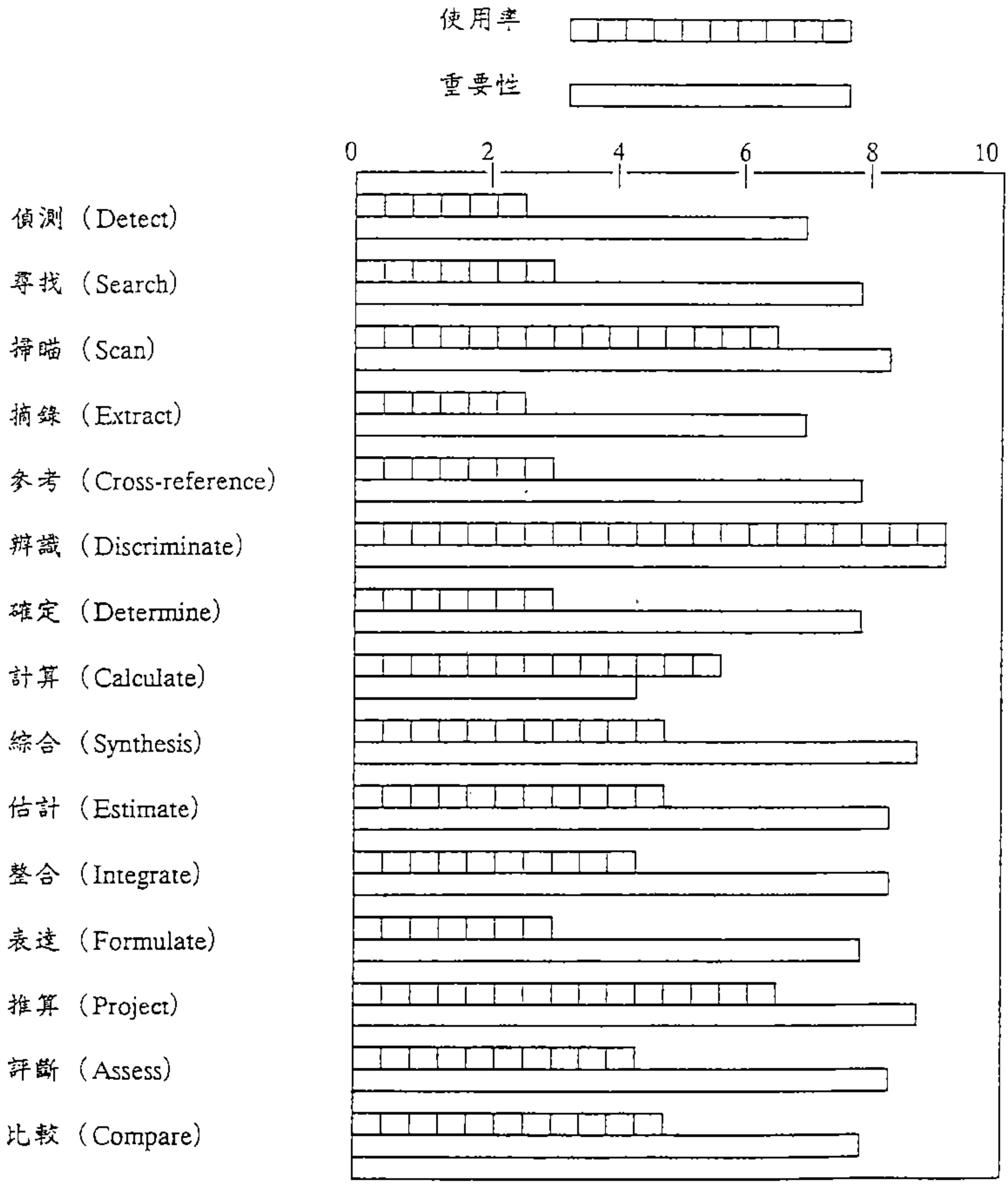
  飛行技術與系統知識
  狀況察覺（situation awareness）
  緊急與異常狀況之偵測應變與程序操作
  問題解決、判斷與決策、計劃
  座艙資源管理（crew resource management）
  安全行爲教育
  溝通資源的運用與管理、衝突管理

根據Besco的研究，好的飛行員應具有下列條件：

1.能立刻發現自己的錯誤，並能改正彌補這些錯誤。
2.不會有意外的動作。
3.能對突發事件作評估，並與組員溝通。
4.不會讓過去或現在錯誤產生的威脅， 增加其犯錯的機會。
5.能保持謹慎的態度，並對可能的錯誤預先做評估。
6.不會進入到安全臨界點。
7.能很快調整、因應環境的變化。
8.當某系統產生狀況時，能參考其它系統穩住飛機。



工作基本單位動作之平均使用率/重要性評量圖



工作基本單位動作之平均使用率/重要性評量圖

從技巧和人格特質與工作相關性上，適宜之航管人員可歸納於三大因素：

1. 先決條件
   (1). 具備多方面的吸收新知的能力
   (2). 吸取新知及正確的判斷
   (3). 持續應用現有資料，推展爾後的工作
   (4). 隨時顧及整體狀況的演變

2. 匯整的能力
   (1). 下達決心的速度
   (2). 適應間歇性壓力的能力
   (3). 嚴格要求的反應程度
   (4). 分心的程度
   (5). 固定及非固定工作的適應程度
   (6). 新資料的注意程度
   (7). 短時間重覆同樣工作的反應情形

3. 人格特質方面

(1). 充分的心理準備，能適應完備體制的環境

(2). 合作的精神

(3). 嚴密的思考能力

(4). 決心與信心

(5). 專注的耐力

(6). 自知之明

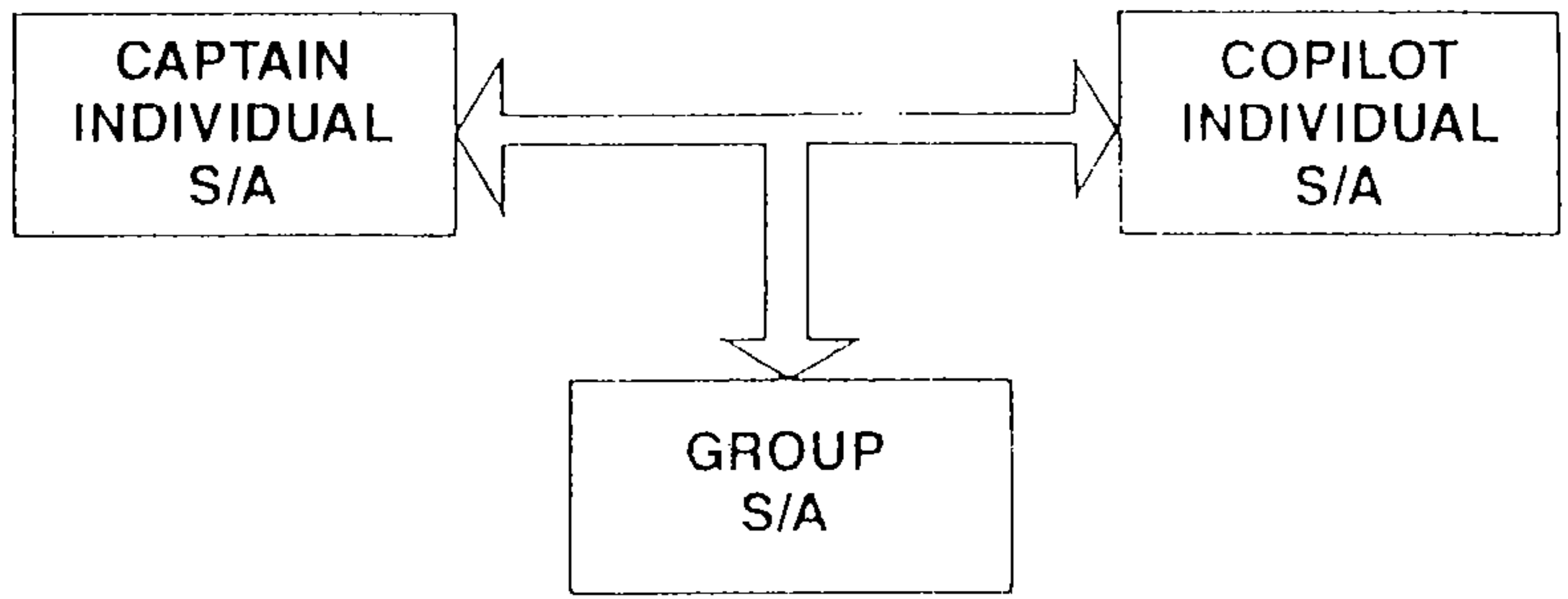
(7). 自我約束的能力

(8). 樂於在要求嚴格的單位工作

特種考試交通事業民航人員考試之資格與考試科目

	高級技術員	技術員
應考資格	1.年滿20歲至35歲 2.大專以上學歷 3.或經普考相當類科及格滿三年 4.或經高考檢定考試相當類科及格者 5.經技術員考試及格且現任該職務滿三年者	1.年滿20歲至30歲 2.高中畢業 3.或普考檢定考試相當類科及格者 4.經技術佐考試及格且現任該職務滿三年者
考試科目	普通科目： 1.國父遺教及憲法 2.國文（論文及公文） 3.中外地理 專業科目： 4.英文 5.民用航空法 6.英語聽力測驗 7.英語會話 8.氣象學 9.電子計算機概論	普通科目： 1.三民主義及憲法概要 2.國文（論文及公文） 3.中外地理 專業科目： 4.英文 5.英語聽力測驗 6.英語會話 7.電子計算機概論

SITUATIONAL AWARENESS IN THE COCKPIT



- COMMUNICATION
- TEAMWORK
- COMMAND
- LEADERSHIP

狀況察覺

爲了要讓飛行員保持最高的狀況察覺，常用方法如下：

1. 在做推理決策前，儘可能從各種來源蒐集資訊。
2. 善用任何可能的時間去思考，不要倉促做決策。
3. 從各種可能的角度（包括不是你喜歡的情況）來解釋資料。
4. 當採取行動時，偶而停一下看看外在狀況是否與預期相符。
5. 隨著外在情況的改變，要隨時對假設做質疑。
6. 找一些方法來驗證所採取的行動是否符合原先的假設。
7. 假如收錄的訊息與假設不符，不要認爲這是錯誤的訊息而忽視，要花時間再作思考，如果可能要針對問題初衷重新調查。
8. 避免依自己的喜惡來解釋外在環境，要以客觀的角度來觀察；凡事做最壞的打算，做最好的準備。

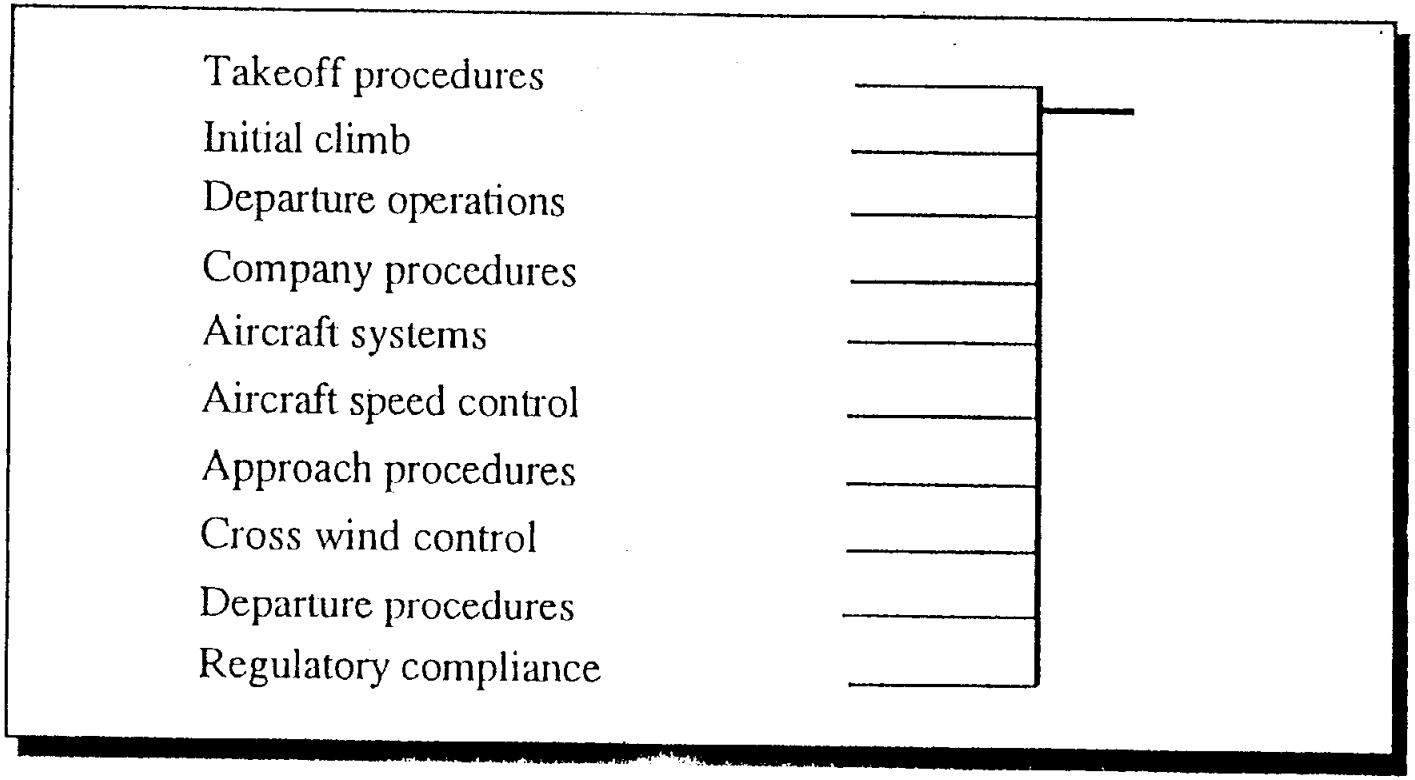
換裝期間的訓練應著重於強調系統間的異同，對於相異之處，應加強演練，以取代舊有相衝突之行爲習慣。

- 政策-安全管理

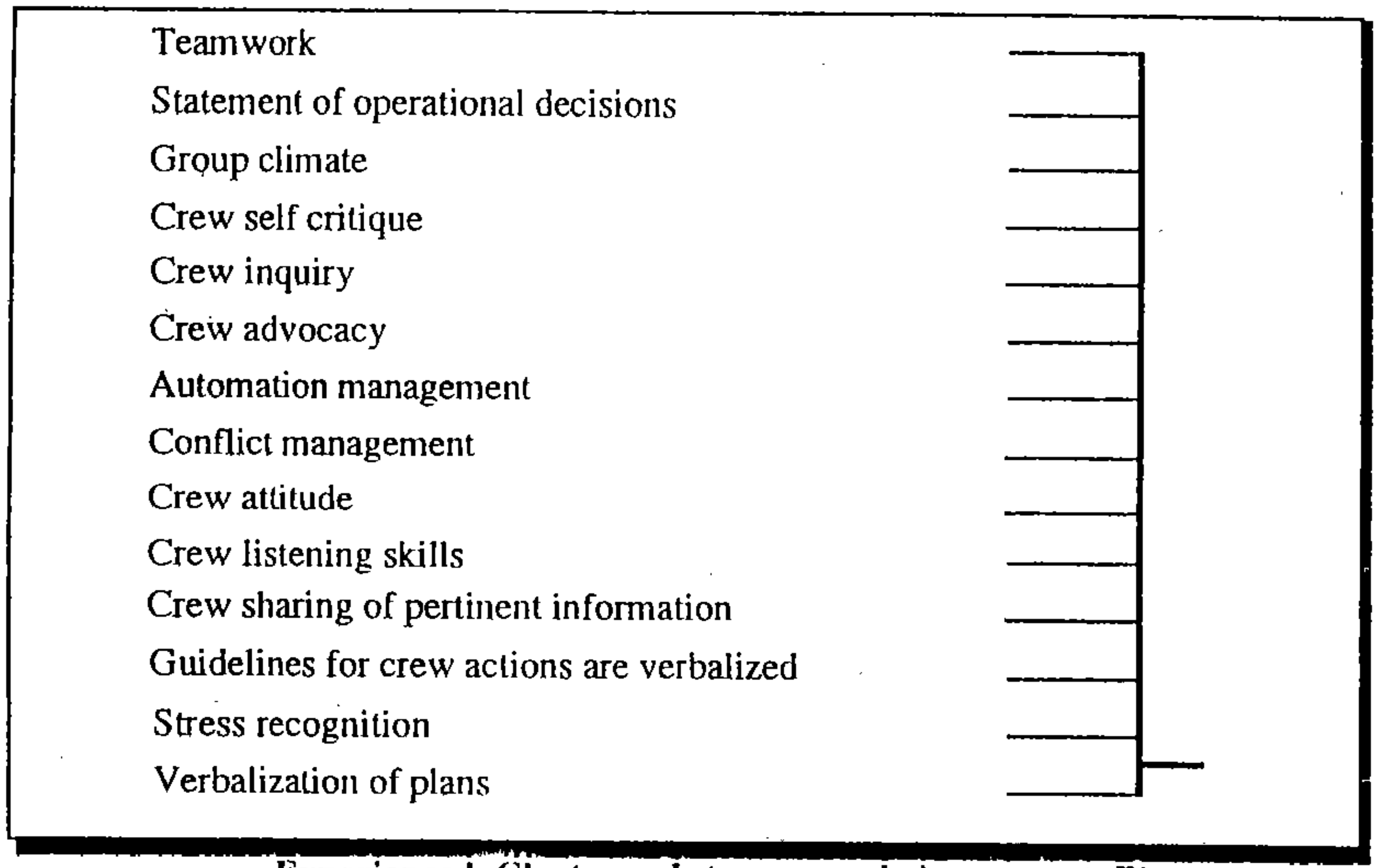
  營運與安全並重的政策

  安全文化的建立

  合理排班制度與管理- short-haul and long-haul



Experienced Cluster: Some of the Technical Assessment Elements



Experienced Cluster: Interpersonal Assessment Elements

Key Elements in the Australian Airlines Aircrew Team Management Program

Objective	Examples
Understanding yourself and others	Understanding the strengths and contributions of others
	Identifying one's own strengths and weaknesses
	Self-development
Communication skills	How to express oneself simply and effectively in the cockpit
	Learning how to listen
	How to contribute information effectively with tact
	How to explain what you are doing
	Managing conflict situations
Teamwork management skills	How to work as a team
	How to organize information
	Developing a supportive environment
	How to delegate and divide workload effectively
	Managing priorities
	Team decision making
	Managing morale and motivation
	Encouraging feedback for improvement

Note: All of these issues were introduced through role playing, case study, behavioral exercises, video presentations, and group discussions.
Source: Adapted from Margerison, McCann, and Davies (Undated).

Domains for CRM training

Communications

- cultural influence
- role (age, crew position, etc.)
- assertiveness
- participation
- listening
- feedback

Situation Awareness

- total awareness of surrounding environment
- reality vs. perception of reality
- fixation
- monitoring
- incapacitation, (partial/total, physical/psychological)

Problem Solving/ Decision Making/ Judgement

- conflict resolution
- review (time-constrained)

Leadership/ Followership

- team building
- managerial and supervisory skills
- authority
- assertiveness
- barriers
- cultural influence
- roles
- professionalism
- credibility
- team responsibility

Stress Management

- fitness to fly
- fatigue
- mental state

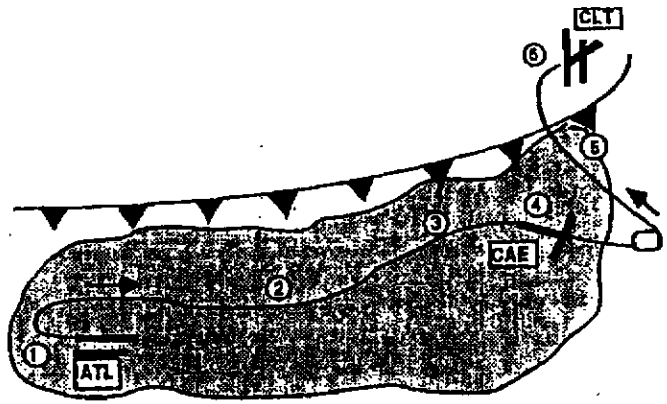
Critique (three basic types)

- preflight analysis and planning
- ongoing review
- postflight

Interpersonal Skills

- listening
- conflict resolution
- mediating

(Reprinted from ICAO *Human Factors Digest* No. 2: 'Flight Crew Training - Cockpit Resource Management (CRM) and Line-Oriented Flight Training (LOFT)', (Circular 217-AN/132))



ATL Atlanta, GA
A/C aircraft
APU auxiliary power unit
CAE Columbia, SC
CLT Charlotte, NC
CSD constant speed drive (generator)

1 Departure

1. Fog ahead of cold front causing low visibility in ATL (at alternate minimums) and CAE (CAT II).
2. Dual alternates: ATL, CLT (VFR).
3. At gate, A/C on ground electric power, APU, will not start until mechanic starts it.

2 Cruise to CAE

1. Normal, low workload period.

3 Initial Approach to CAE

1. Problem: left CSD temperature warning light illuminates.
2. Checklist completion indicates approach and CSD operation can continue but CSD temp. must be monitored.

4 Approach/Miss Approach

1. Weather deteriorates requiring miss. Another A/C is in p published holding pattern so crew must enter non-published holding.
2. CSD overheats and fails upon entering holding. APU will not restart. High workload begins.

5 Cruise to Alternate

1. Crew must choose an alternate: ATL or CLT. CLT is best (ATL will deteriorate if the crew heads there).
2. High workload period: completion of CSD shutdown, electrical off-loading, preparation for landing.

6 Landing

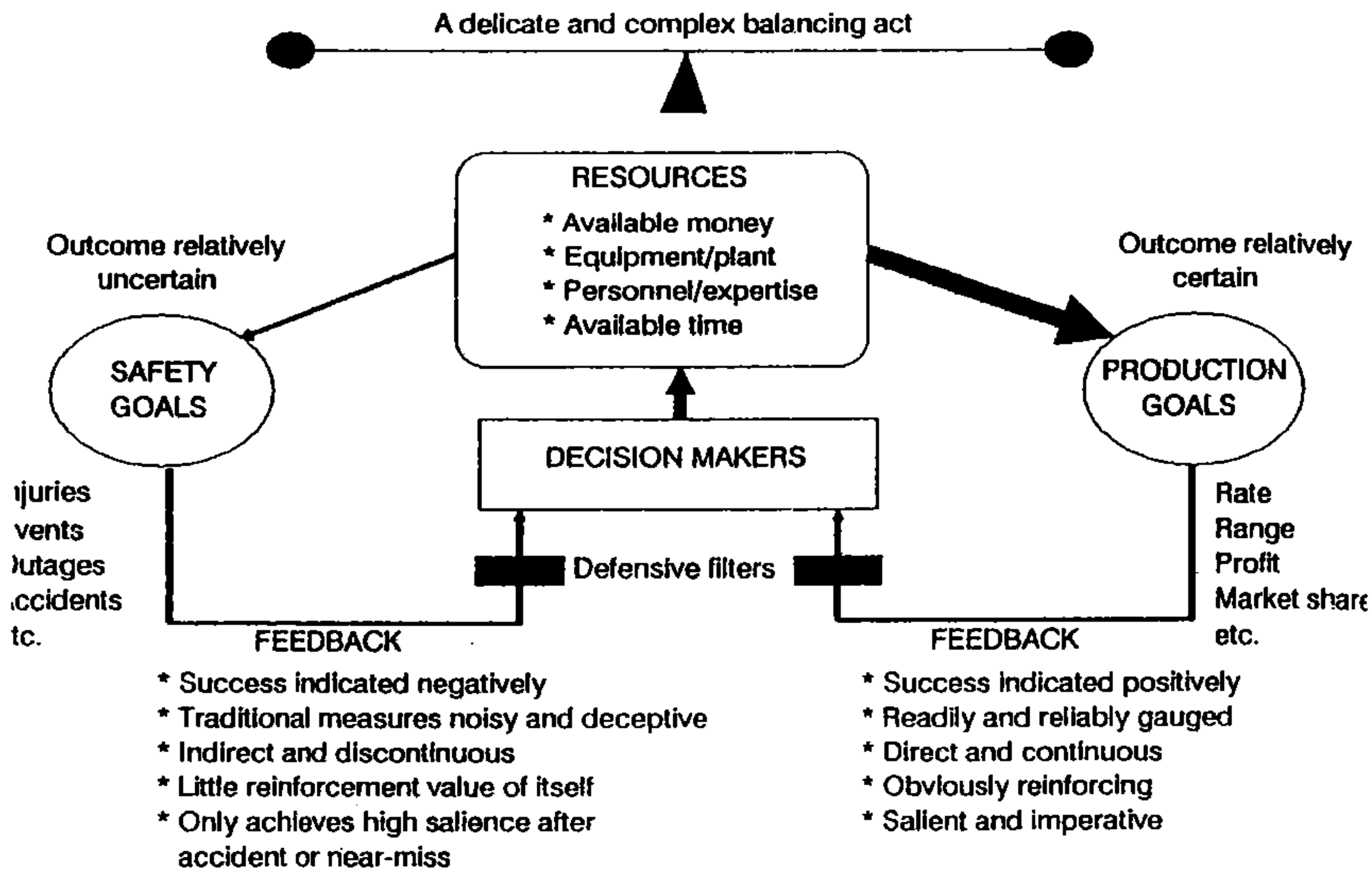
1. Relatively routine approach to Runway 5, if procedures have been completed effectively.
2. Concern about possible failure of second generator.

LOFT simulation scenario

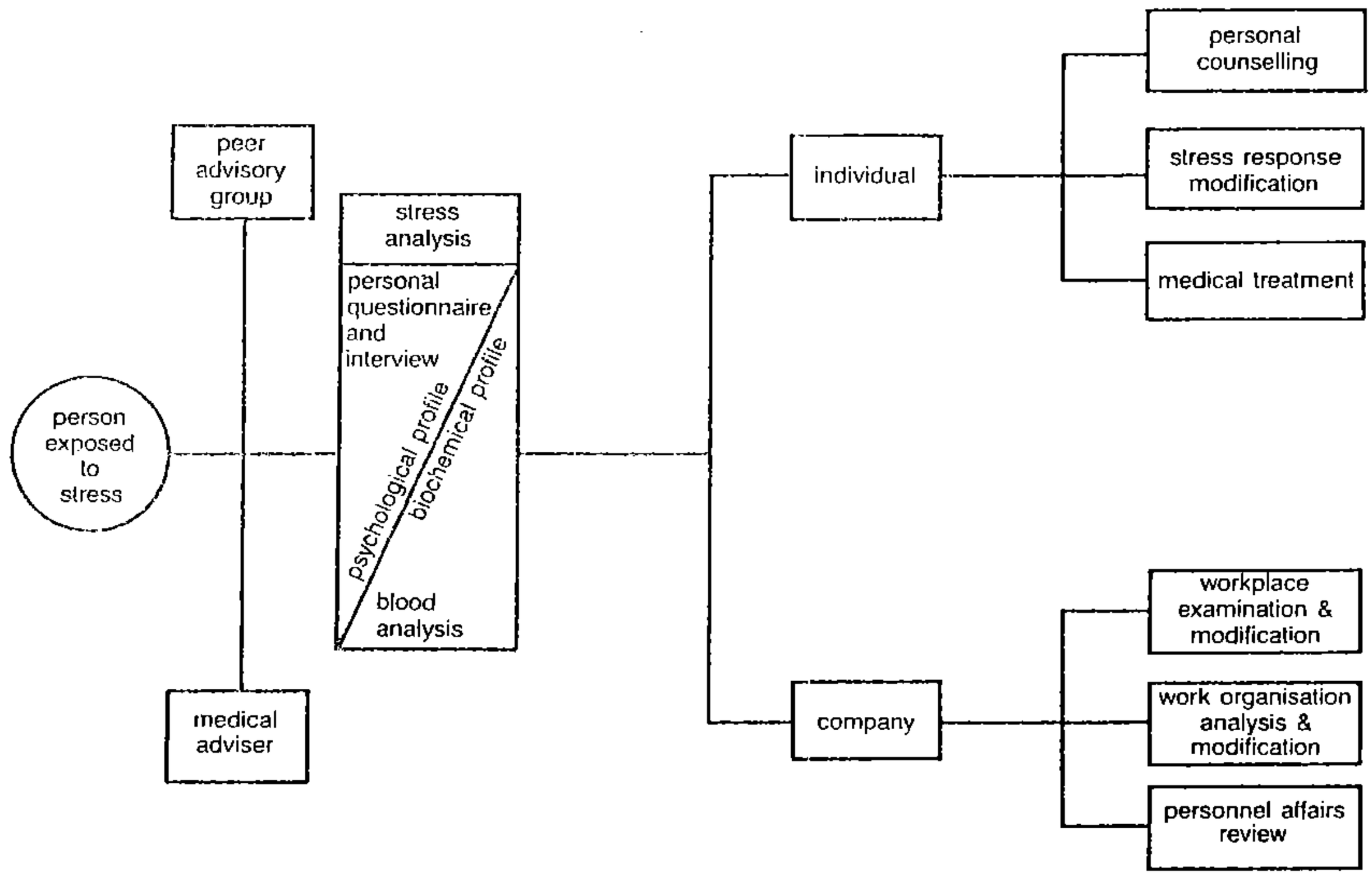
(Reprinted from The Impact of Cockpit Automation on Crew Coordination and Communication, NASA Contractor Report - 177587, November, 1991)

The list of key maneuvers has been finetuned and reduced from the initial list originally agreed to with the FAA. The current list includes the following items:

1. Non Precision Approaches (NDB, VOR, LOC)
2. Engine Failure (At or After V1)
3. Flight Director Approach (One Engine Inop)
4. Missed Approach (One Engine Inop)
5. Engine Fire
6. Rejected Takeoff
7. Use of Checklists
8. Crew Support
9. Emergencies and Abnormals reported as a unit
10. Alternate Operations
11. Steep Turns
12. Stalls
13. Approach and Landing with 50% or less available engines



A summary of some of the factors that contribute to fallible, high-level decision making. Resources allocated to production and safety goals differ (a) in their certainty of outcome, and (b) in the nature and impact of their respective feedback.



A comprehensive programme to tackle latent or active personal stress conditions. The programme encompasses stress with origins in the domestic, social and work environments and draws upon expertise in psychology, biochemistry, medicine and ergonomics or Human Factors.

附錄十二

汽車安全設施之效益評估

李永輝

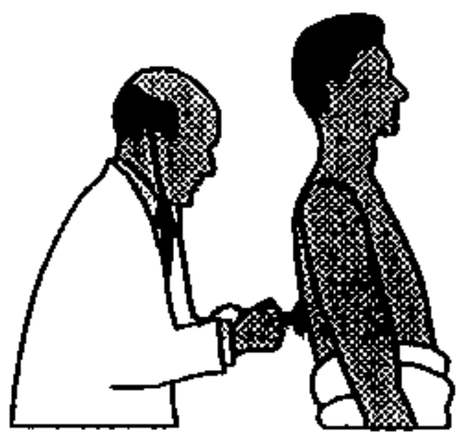
國立台灣工業技術學院
人因工程設計實驗室

汽車安全保護設施

- 功用發揮於車禍已發生: **primary and secondary safety**
- 吸收能量以降低或避免傷害
- 主動式保護設施 : **Seat/shoulder belt, motocycle helmet**
- 被動式保護設施 : **Airbag, passive safety belt**

汽車安全設施功效

- 功效定義爲在某一特定程度的傷害下（如死亡）因使用該設施而下 降之傷害比例
- **Severity-specific effectiveness:** 工程設計及人體力學結構
- **When-used effectiveness:** 撞擊型態
- **Field effectiveness:** 不一定使用狀況



撞擊力學及傷害

- 材料力學及強度測試
- 人體之生物力學
- 第一次撞擊，第二次撞擊，第三次撞擊
- 撞擊之嚴重性正比於速度之變化
- 撞擊後 **120ms** 肢體與車體撞擊: 自四層樓高墜落
- 安全帶之功能在於防止成員彈出車外，並在較多時間下改變撞擊數度，因而減低撞擊力

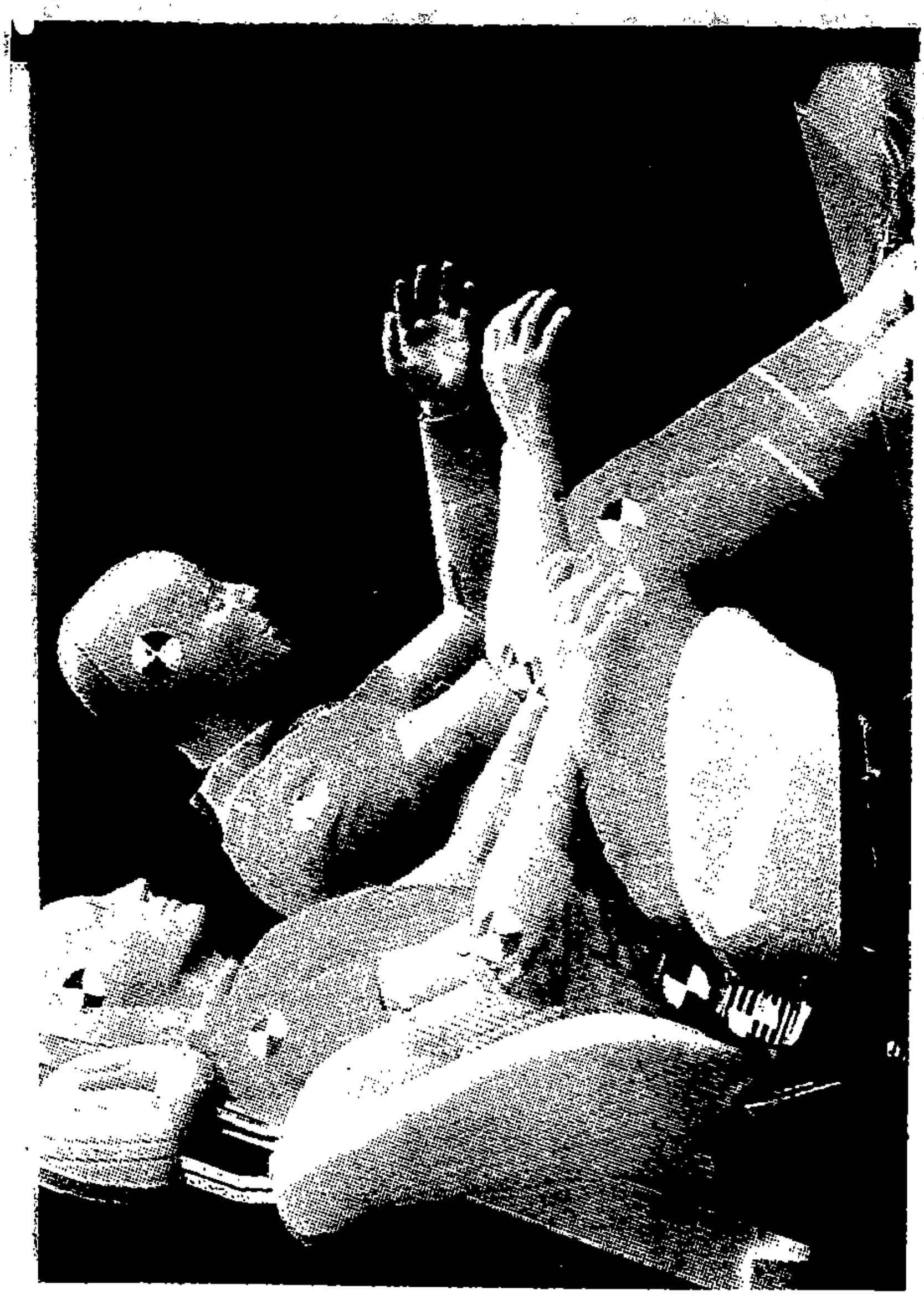


Figure 6. Photographs of Prototype-50M.

・式方的全安最出找以，究研斷不業工車汽，全安更車乘使了為 ⬇

功效定義

- **Severity-specific effectiveness:**

S = 100 [1- (probability that protect driver is killed / probability that unprotective driver is killed)]

- **When-used effectiveness:**

@ = 100 [no. of non-user injuries - no. of user injuries / no. of non-user injuries]

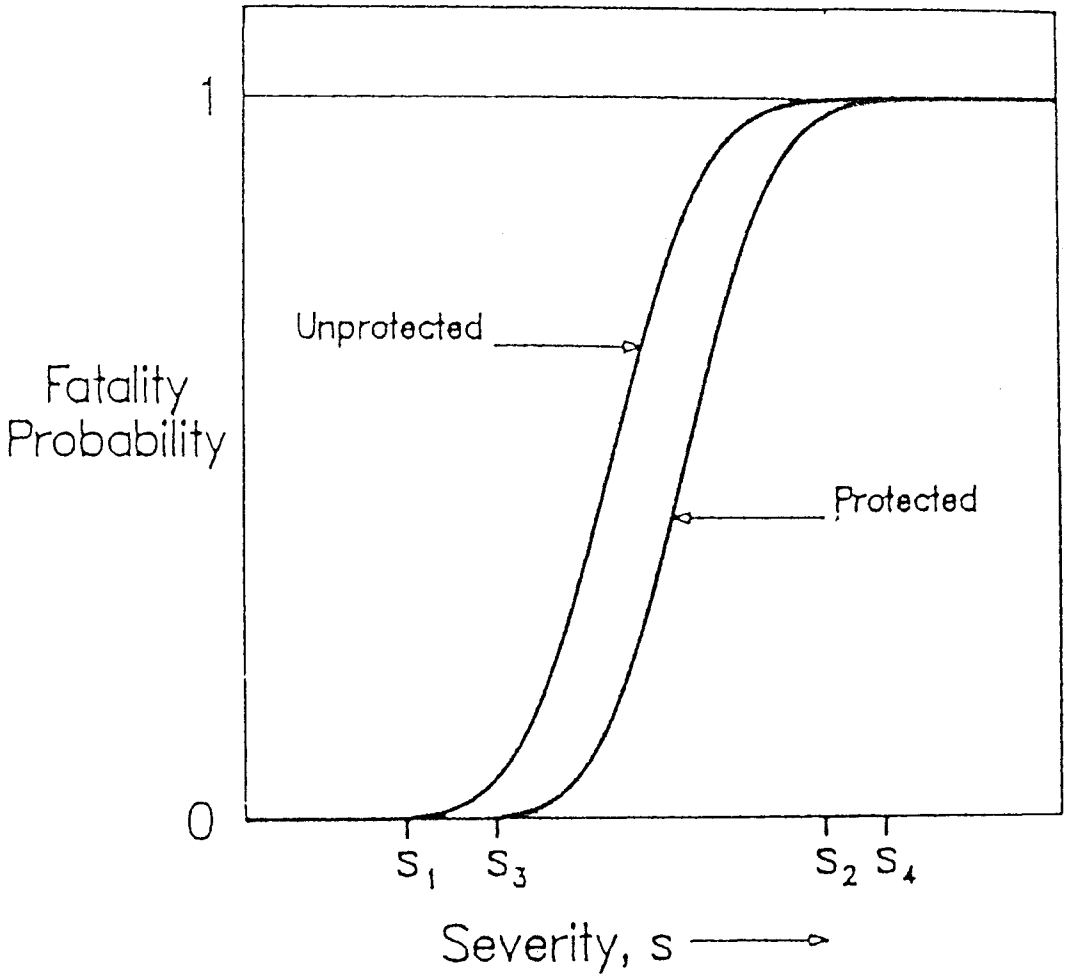


Figure 9-1. Representation of how the probabilities that a driver is killed in a crash of given severity depends on severity and on whether the driver is using or not using some protection device. From Evans [1987a].

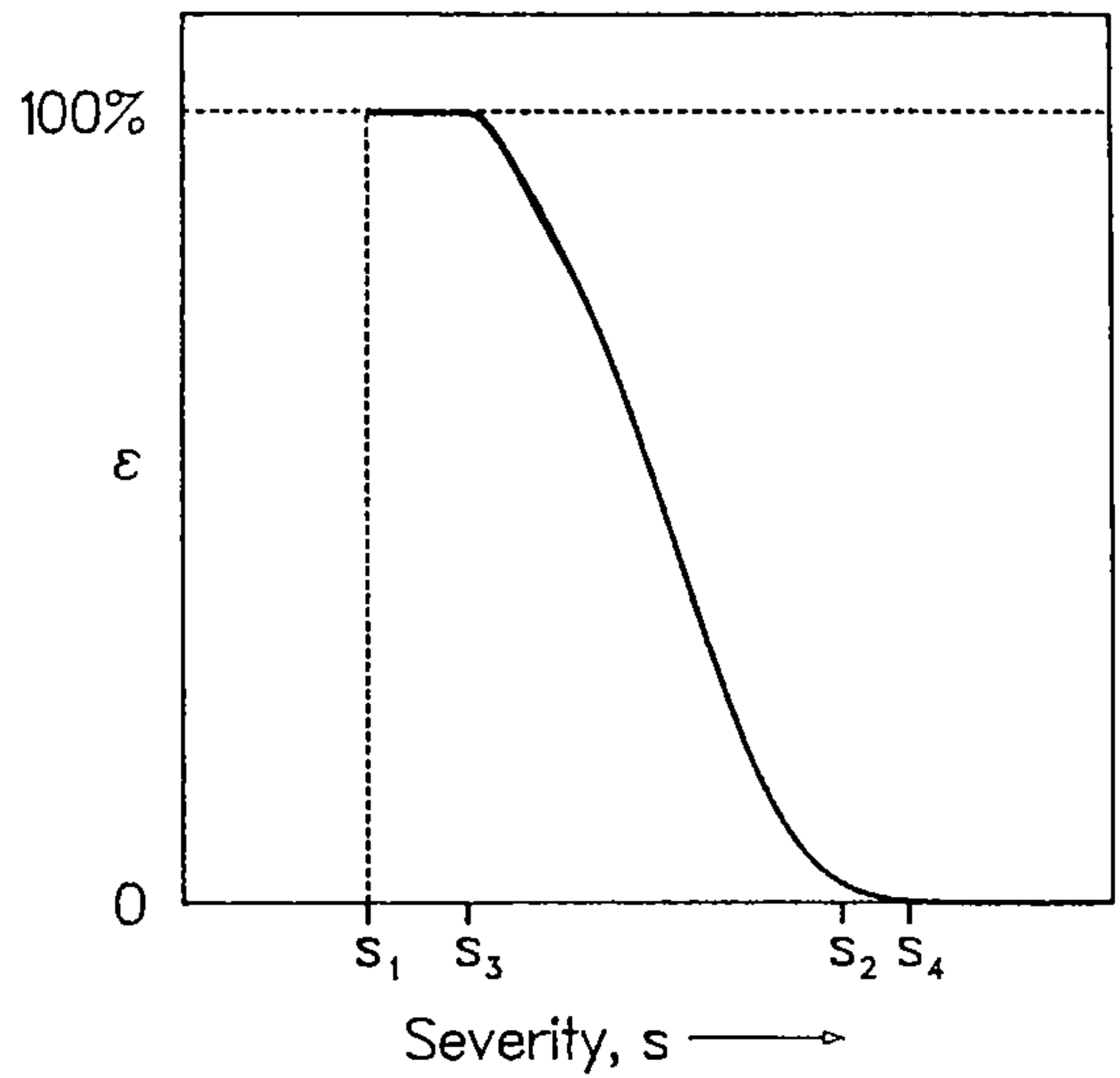


Figure 9-2. Dependence of severity-specific effectiveness, ε, in preventing fatalities versus crash severity, s; ε is not defined for severities $s \leq s_1$ because in this region the probability that the unprotected occupant is killed is zero, so that there is no opportunity for further reductions in fatality probability. From Evans [1987a].

評估困難點

- 隨著傷害程度之降低，傷害數目劇增；死亡 **(Ricci 1980)**
- 配帶安全帶之駕駛行爲較保守　傷害程度較低 **(ONeill et al 1985)**
- 配帶安全帶之駕駛行爲與未配帶安全帶之駕駛行洵爲差異大 **(O Day and Flora 1982)**
- 配帶安全帶之調查數據的可性度: **Mandatory safety belt wearing laws (Evans 1980)**
- 是否正確配帶？

安全機制

- E＝F＋I
  效益＝彈出車外＋內部撞擊
- 彈出車外死亡比率爲內部撞擊死亡比率之**3.82** 倍
- **FARS**資料顯示 **25.27%**
  未配帶安全帶並被彈出車外而致死
- 如未被彈出，則 **F = (1- 1/3.82) * 25.27% = 18.7%** 不會死
- **I = E-F = 42.1 - 18.7 = 23.4%**

Table 9-1. Fatality reductions from lab/shoulder belt use and from eliminating ejection for outboard-front occupants. From Evans [1990]

*Fatality reducing source**	*Fatality reduction, %*	
	Driver	*Right-front passenger*
E	42.1 ± 3.8	39.2 ± 4.3
F	18.7 ± 0.5	16.9 ± 0.6
$I = E - F$	23.4 ± 3.8	22.3 ± 4.3

*E is lap/shoulder safety belt when-used effectiveness.
F is fatality reduction from prevention of ejection.
I is fatality reduction from reduction of impacts with vehicle interior.

Table 9-2. Comparison of lap/shoulder belt when-used effectiveness, *E*, with fatality reductions from ejection elimination, *F*, according to principal impact point. Plus or minus one standard error is indicated for each estimate. From Evans [1990]

Principal impact points	*Description*	*Driver*		*Right-front passenger*	
		E, %	*F*, %	*E*, %	*F*, %
12	Front	43 ± 8	9 ± 1	39 ± 9	8 ± 1
1, 2	Front right	41 ± 18	21 ± 1	30 ± 20	14 ± 1
3	Right	39 ± 15	17 ± 1	27 ± 19	6 ± 1
4, 5, 6, 7, 8	Rear	49 ± 14	22 ± 1	45 ± 20	21 ± 2
9	Left	27 ± 17	8 ± 1	19 ± 20	16 ± 1
10, 11	Front left	38 ± 15	12 ± 1	23 ± 20	16 ± 1
13	Top	59 ± 10	41 ± 1	46 ± 15	41 ± 1
0	Noncollision	77 ± 6	63 ± 1	69 ± 8	61 ± 1
All principal impact points combined		42 ± 4	19 ± 1	39 ± 4	17 ± 1

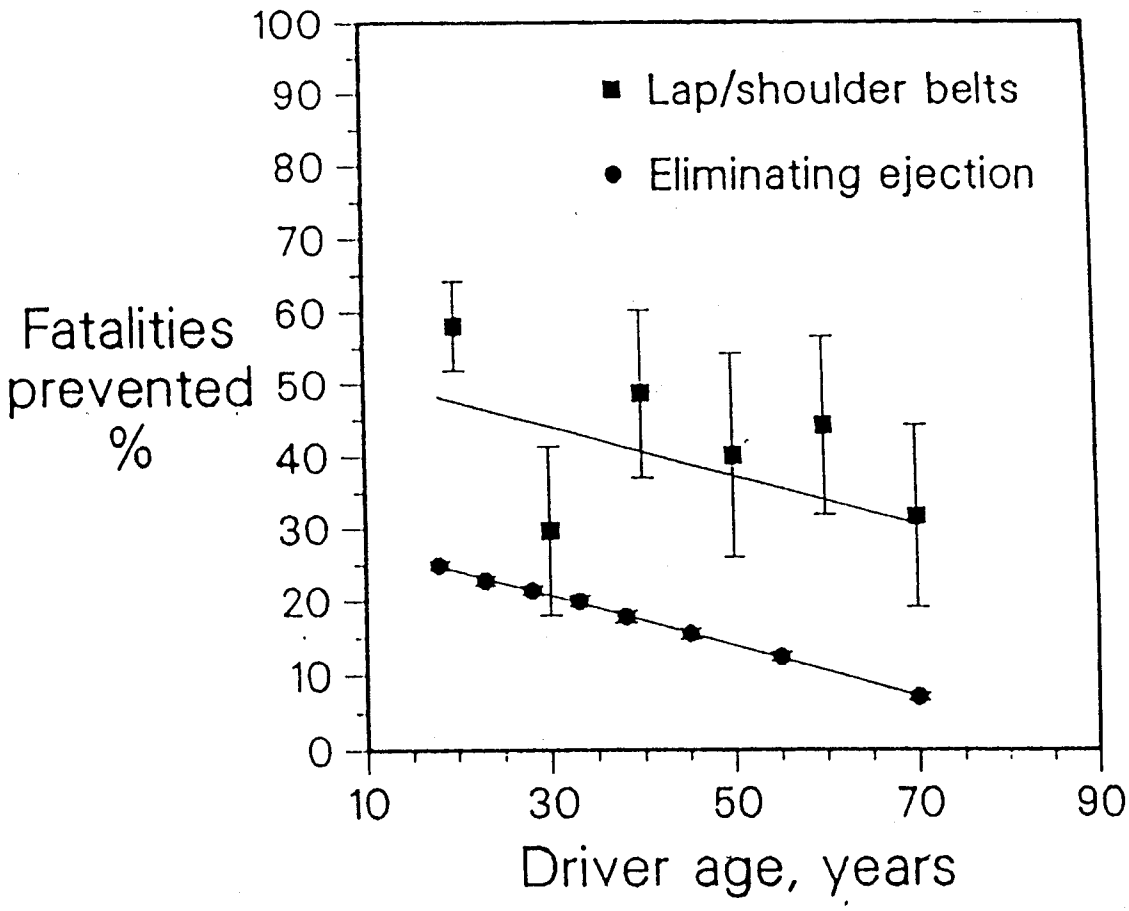


Figure 9-3. The when-used effectiveness of lap/shoulder belts in reducing fatalities (upper data) and the percent fatalities preventable by eliminating ejection (lower data) versus driver age. The lower line is a weighted least squares fit to the lower data; the upper line is parallel to the lower. From Evans [1991b].

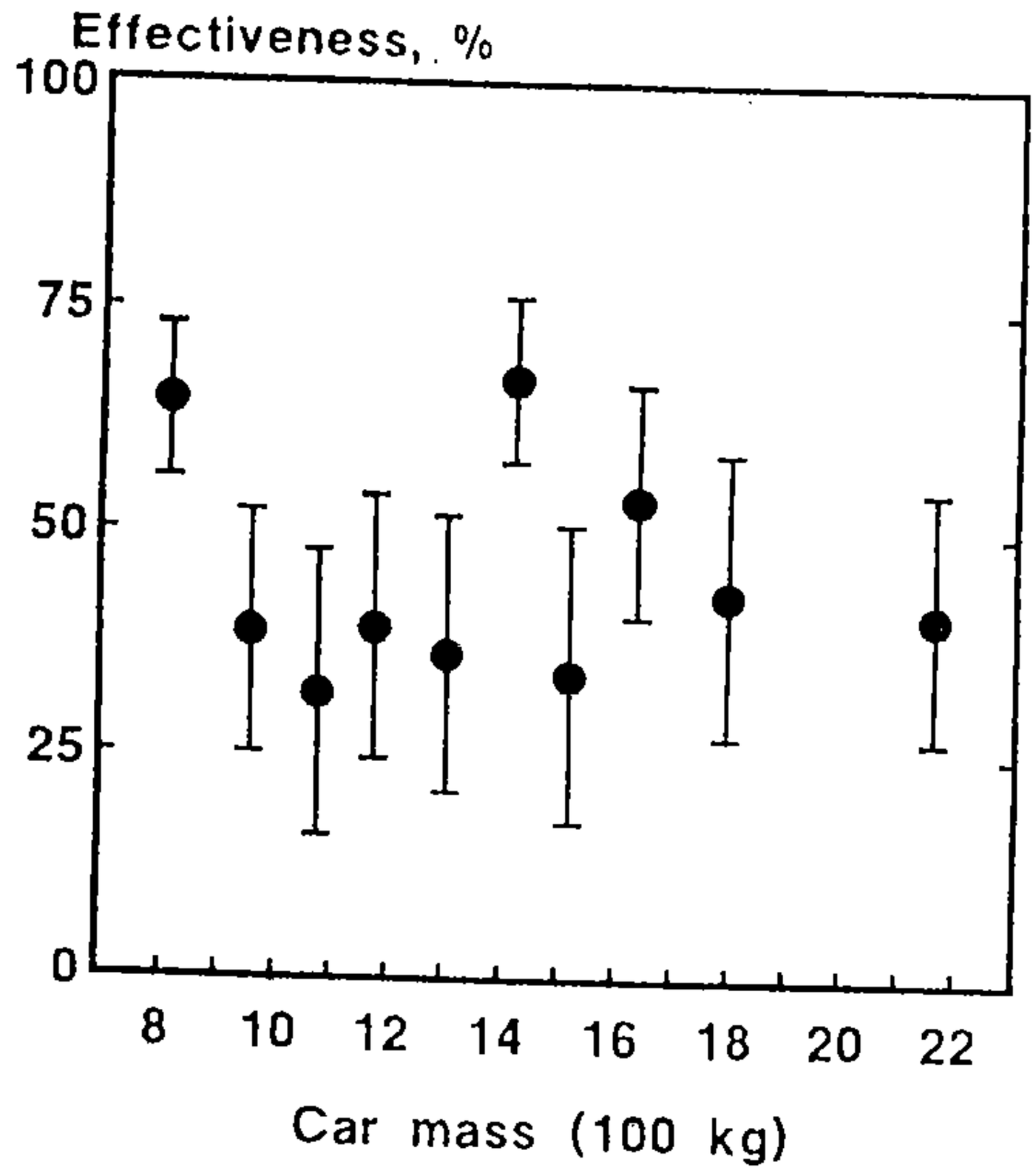


Figure 9-4. Driver lap/shoulder belt when-used effectiveness versus car mass. From Evans and Frick [1986].

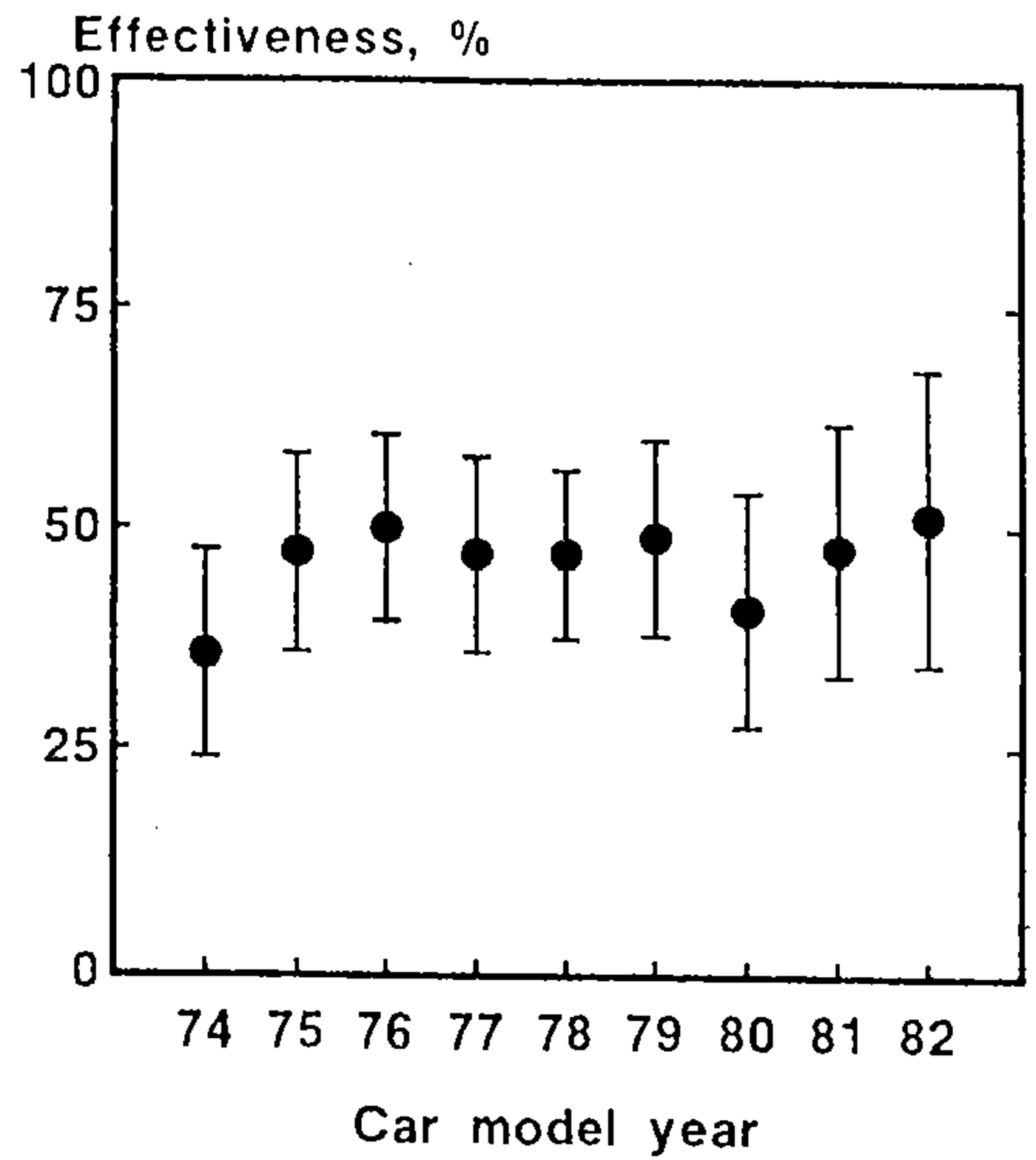


Figure 9-5. Driver lap/shoulder belt when-used effectiveness versus car model year. From Evans and Frick [1986].

Table 9-4. Fatality reductions from lap belt use and from eliminating ejection for outboard-rear passengers. From Evans [1990]

*Fatality reducing source**	*Fatality reduction, %*	
	Left passenger	*Right passenger*
E	19.4 ± 10.0	17.3 ± 8.7
F	16.1 ± 0.8	17.7 ± 0.7
$I = E - F$	3.3 ± 10.0	−0.6 ± 8.7

*E is safety lap belt when-used effectiveness.
F is fatality reduction from prevention of ejection.
I is fatality reduction from reduction of impacts with vehicle interior.

撞擊方向與使用效益

- 於車後撞擊時，將駕駛彈出車外死亡，因使用安全帶而降低 **20%**
- 於遠端撞擊時，將駕駛彈出車外死亡，因使用安全帶而降低 **17%**
- 於遠端撞擊時，將右前乘客彈出車外死亡，因使用安全帶而降低 **16%**
- 於近端撞擊時，將駕駛彈出車外死亡，因使用安全帶而降低 **6 %**
- 於近端撞擊時，將右前乘客彈出車外死亡，因使用安全帶而降低 **8%**

Ergonomic/Design Lab, NTIT, Safety Protection Devices

其他影響因素

- 駕駛之年齡；年輕者效益高
- 車的重量 無趨勢差異
- 車種（年份） 均在**42%** 上下
- 效益並未因車速限制，車速，照明，季節，與路況而有差異

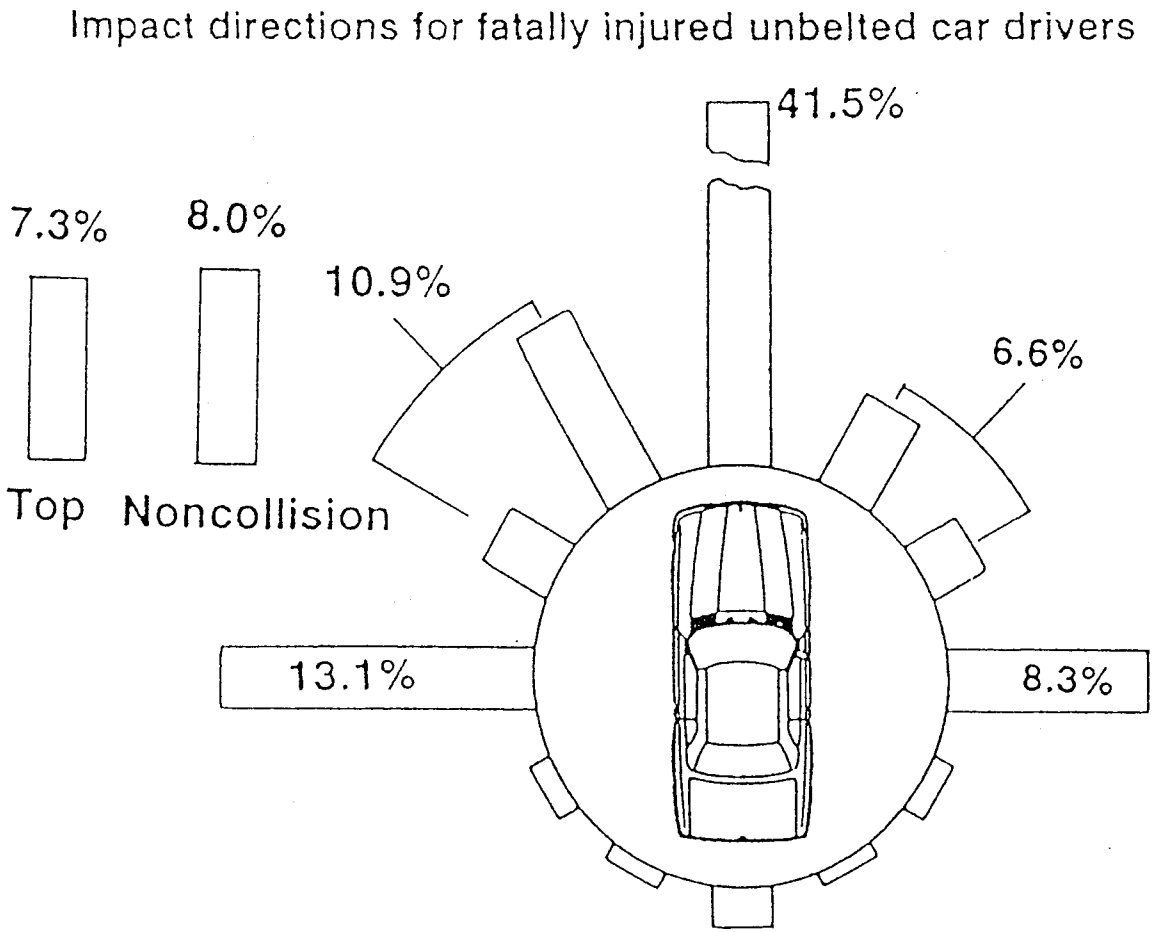


Figure 9-6. Distribution of driver deaths by principal impact point. From Evans [1990]

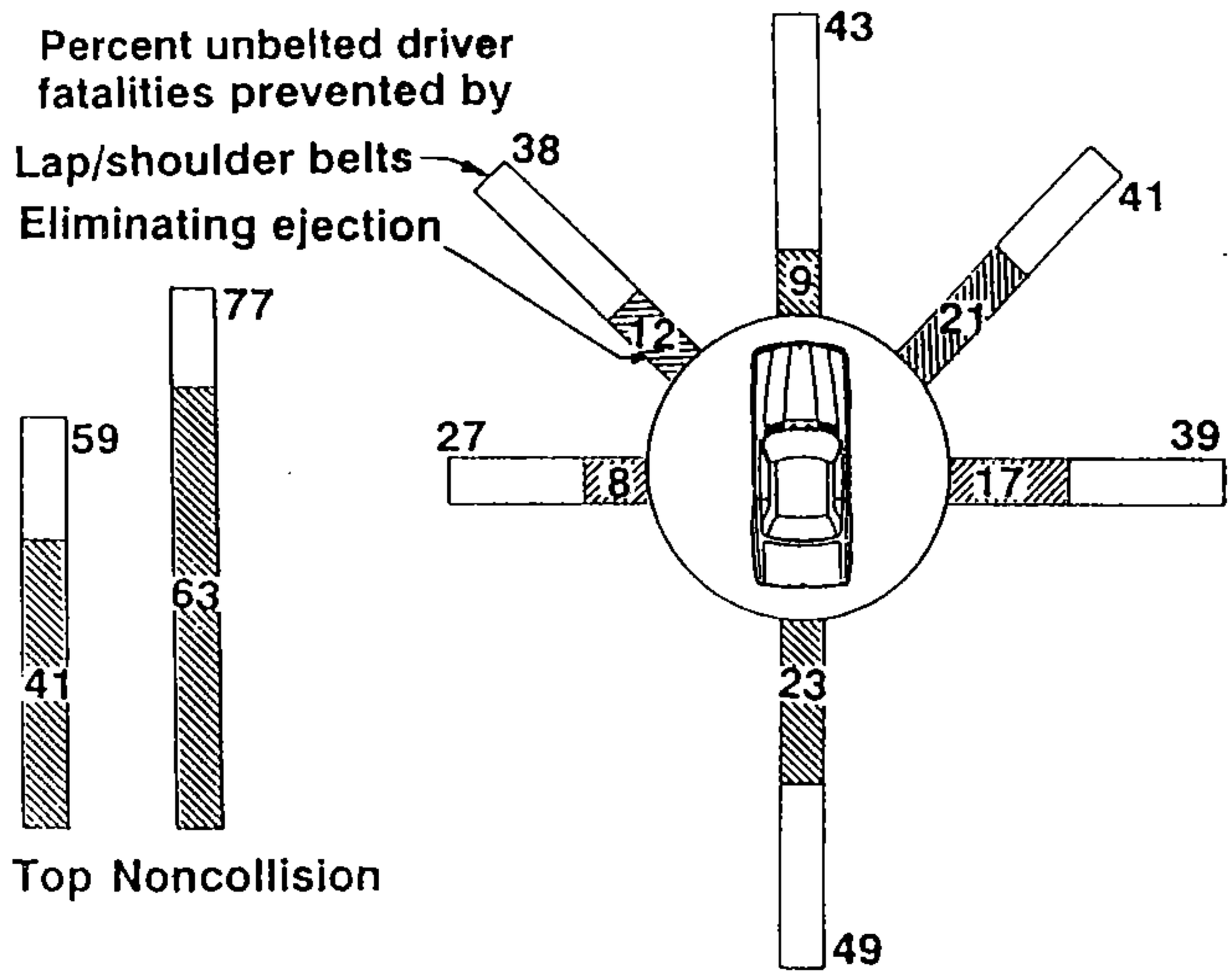


Figure 9-7. When-used effectiveness of lap/shoulder belts in preventing driver fatalities, and the fraction of fatalities prevented by eliminated ejection according to impact direction. For example, in frontal (12 o'clock) crashes, lap/shoulder belts prevent 43% of driver fatalities; 9% of this is due to elimination of ejection, so that 34% is due to interior impact reduction. From Evans [1990].

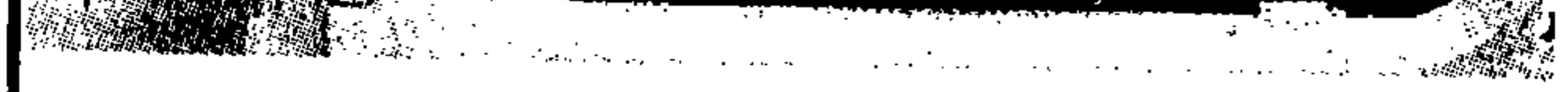
Table 9-5. Summary of driver results for frontal and near frontal crashes used to infer airbag effectiveness

Principal impact (clock points)	*Distribution*	*Fatality reductions, %*		
		E	*F*	*I*
Frontal (12 o'clock)	41.5%	43 ± 8	9 ± 1	34 ± 8
Near frontal (10 + 11 + 1 + 2 o'clock)	17.5%	39 ± 11	15 ± 1	24 ± 11

安全氣囊

- 撞擊，慣性力，引火，充氣，漏氣
- 充氣不足及來不及充氣？
- 安全氣囊必須與安全帶一並使用
- 安全氣囊防止前向撞擊
- 對於內部撞擊而言，安全氣囊與安全帶功能相同
- 安全氣囊無法防止被撞彈出
- 受傷比率爲 **4%**，年長女性大於 **17%**？

揮發能才，用使起一帶全安和要定一囊氣全安 ⬇ ➡
。果效常正



衛護號 2

險危隔阻
率亡死低降

囊氣全安

It takes five years to develop a new car in this country.

Heck, we won World War II in four years.

H. Ross Perot

Table 9-3. Results According to Rollover Status. From Evans [1990]

Rollover status (Distribution)[a]	*Fatality reducing source*	*Fatality reductions, %*	
		Driver	*Right-front passenger*
Rollover is first event[a] (8.5%)	E	82 ± 5	77 ± 7
	F	64 ± 1	64 ± 1
	$I = E - F$	18 ± 5	13 ± 7
Rollover is subsequent event (16.4%)	E	55 ± 10	57 ± 11
	F	42 ± 1	43 ± 1
	$I = E - F$	13 ± 10	14 ± 11
All rollovers[b] (24.9%)	E	69 ± 6	67 ± 6
	F	50 ± 1	50 ± 1
	$I = E - F$	19 ± 6	17 ± 6
No rollover (75.1%)	E	31 ± 8	23 ± 9
	F	7 ± 1	6 ± 1
	$I = E - F$	24 ± 8	17 ± 9

[a]Distribution of driver fatalities by rollover status based on same data used to determine F; distribution for right-front passengers is similar.
[b]Calculated from combined raw data for first event and subsequent event cases.

Table 9-6. The when-used effectiveness of various devices in preventing fatalities to outboard occupants. Except for the lap belt, which is for rear seats, all other values are for drivers and right-front passengers

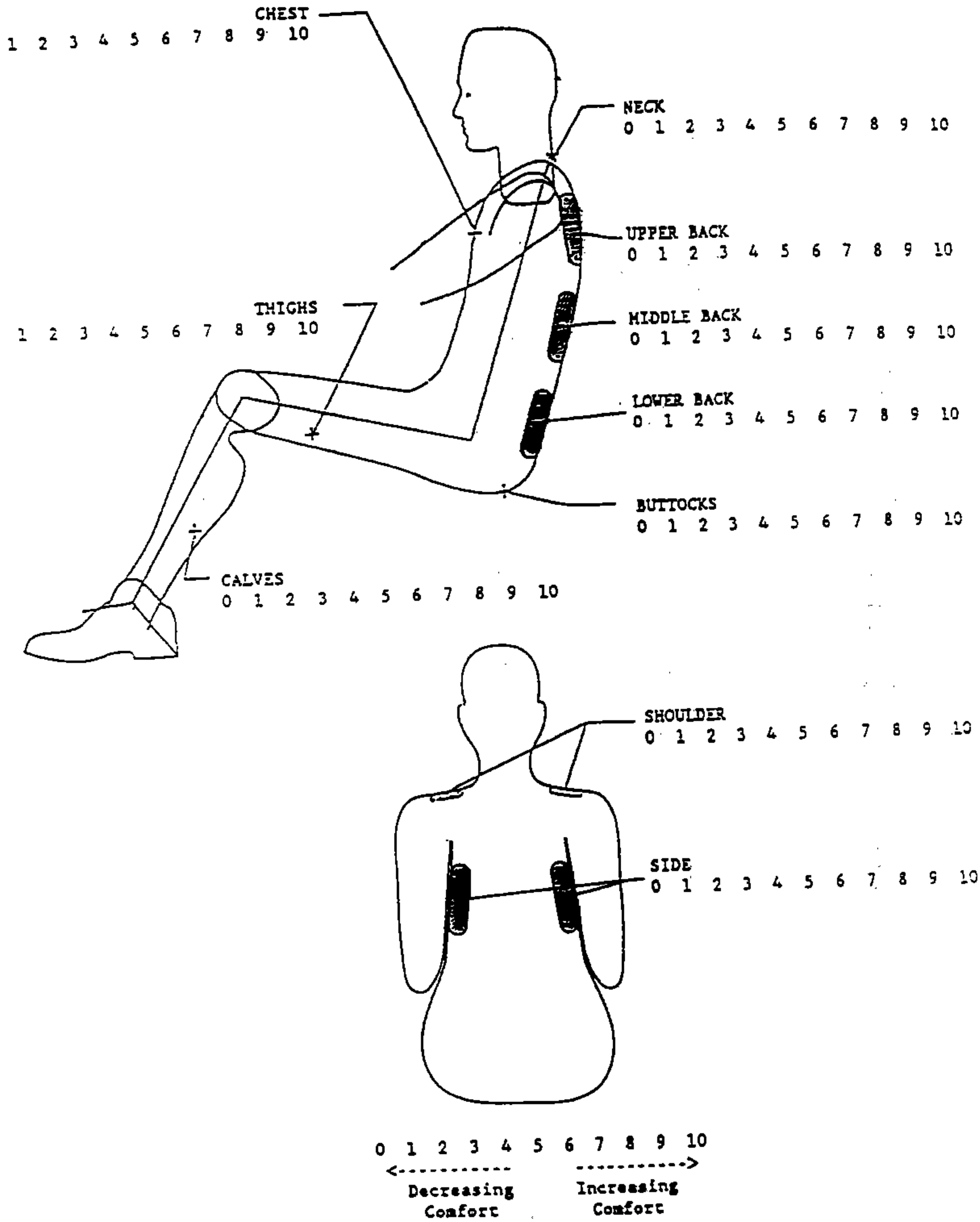
Occupant protection device	*Effectiveness in preventing outboard occupant fatalities (percent)*
Airbag plus lap/shoulder belt	46 ± 4
Lap/shoulder belt	41 ± 4
Shoulder belt	29 ± 8
Lap belt (rear seats)	18 ± 9
Airbag only	17 ± 4

Table 9-7. Comparison of estimates of fatality reducing effectiveness for outboard occupants presented in Table 9-6 with those in three previous studies. The lap belt effectiveness in Table 9-6 is for rear seats only, whereas the other lap belt estimates are for mainly front seats. All other estimates are for front seat occupants, mainly drivers

	Fatality reducing effectiveness estimate (percent)			
Occupant protection device	*Value in Table 9-6*	*NHTSA [1984]*	*Wilson and Savage [1973]*	*Huelke et al. [1979]*
Airbag plus lap/shoulder belt	46 ± 4	45 – 55	—	—
Lap/shoulder belt	41 ± 4	40 – 50	31	32
Airbag plus lap belt	—	40 – 50	29	34
Shoulder belt	29 ± 8	—	—	28
Lap belt	18 ± 9	30 – 40	17	13
Airbag only	17 ± 4	20 – 40	18	25

DOE DESIGN PARAMETERS

- Foam Thickness
- Foam Hardness
- Back Contour
- Back Angle
- Cushion Angle
- Spring Suspension Rate
- Side Support

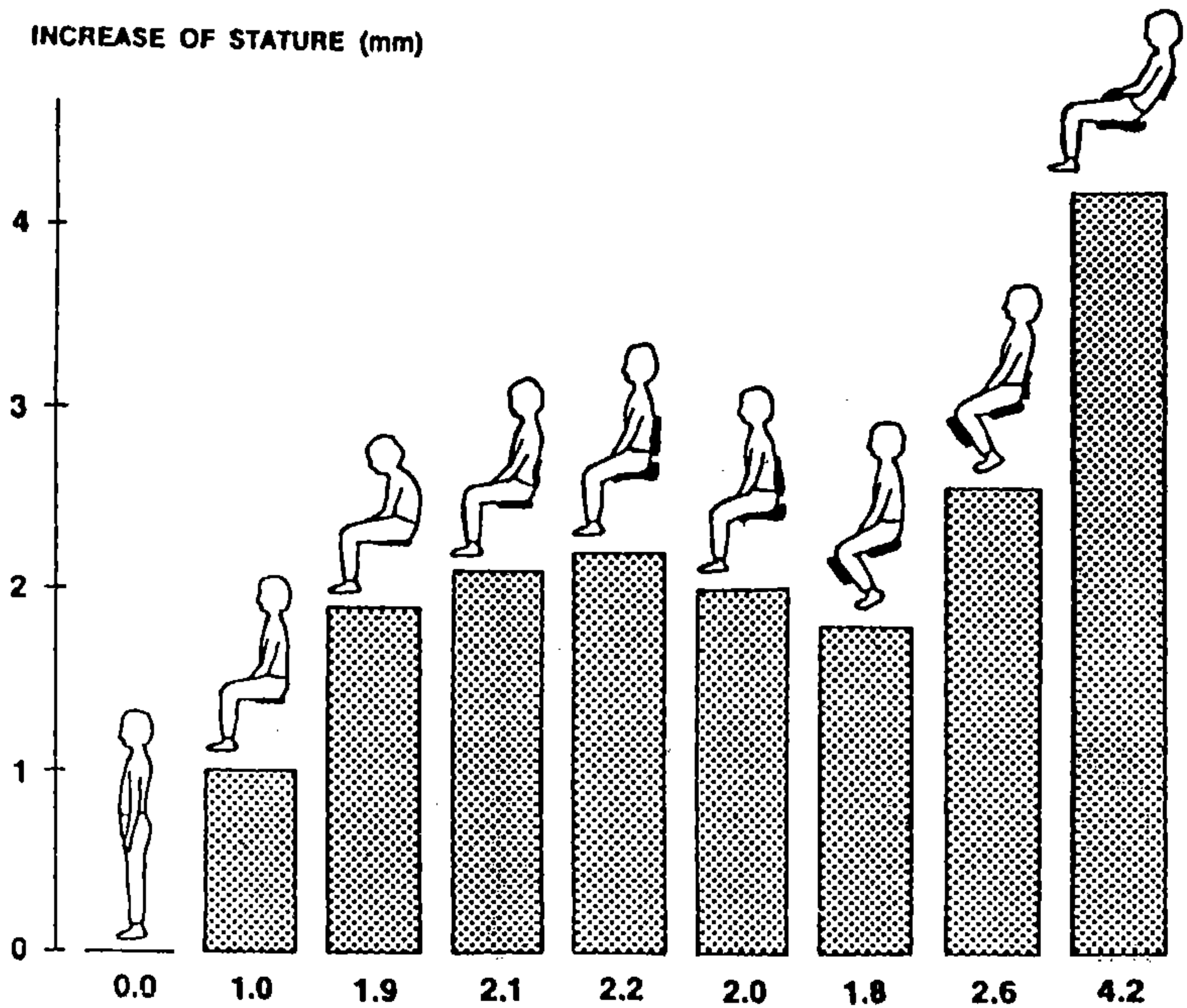

CHEST
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
NECK
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
UPPER BACK
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
THIGHS
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
MIDDLE BACK
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
LOWER BACK
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
BUTTOCKS
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
CALVES
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
SHOULDER
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
SIDE
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
<----------
Decreasing
Comfort
---------->
Increasing
Comfort

SEAT NO. _____

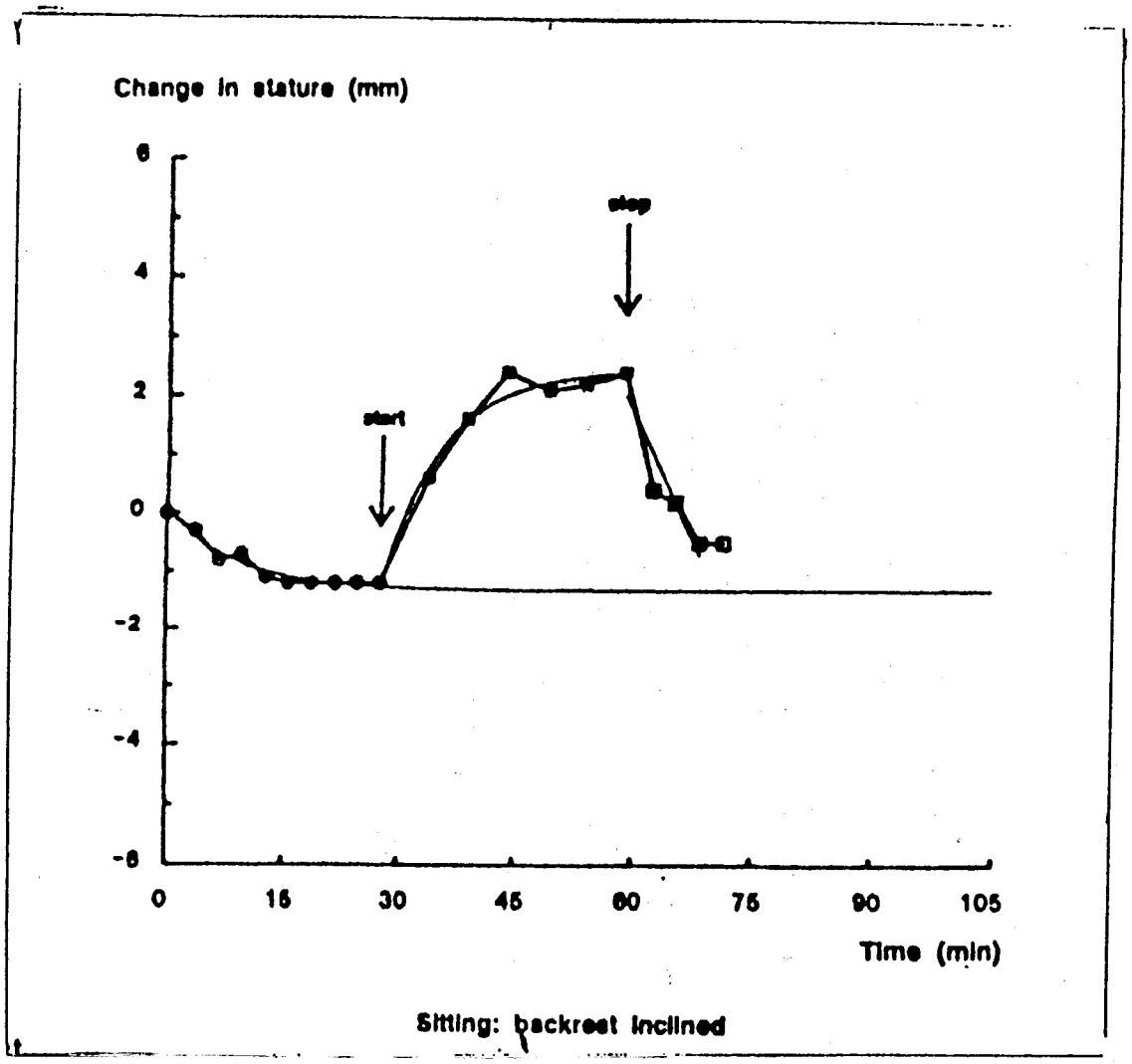
BODY ADJUSTMENT MOTION

- Human body has a natural tendency to adjust itself to the most comfortable posture, minimize loading and muscle activities in a medical sense. Such movements are very subtle and unconscious to the person himself.

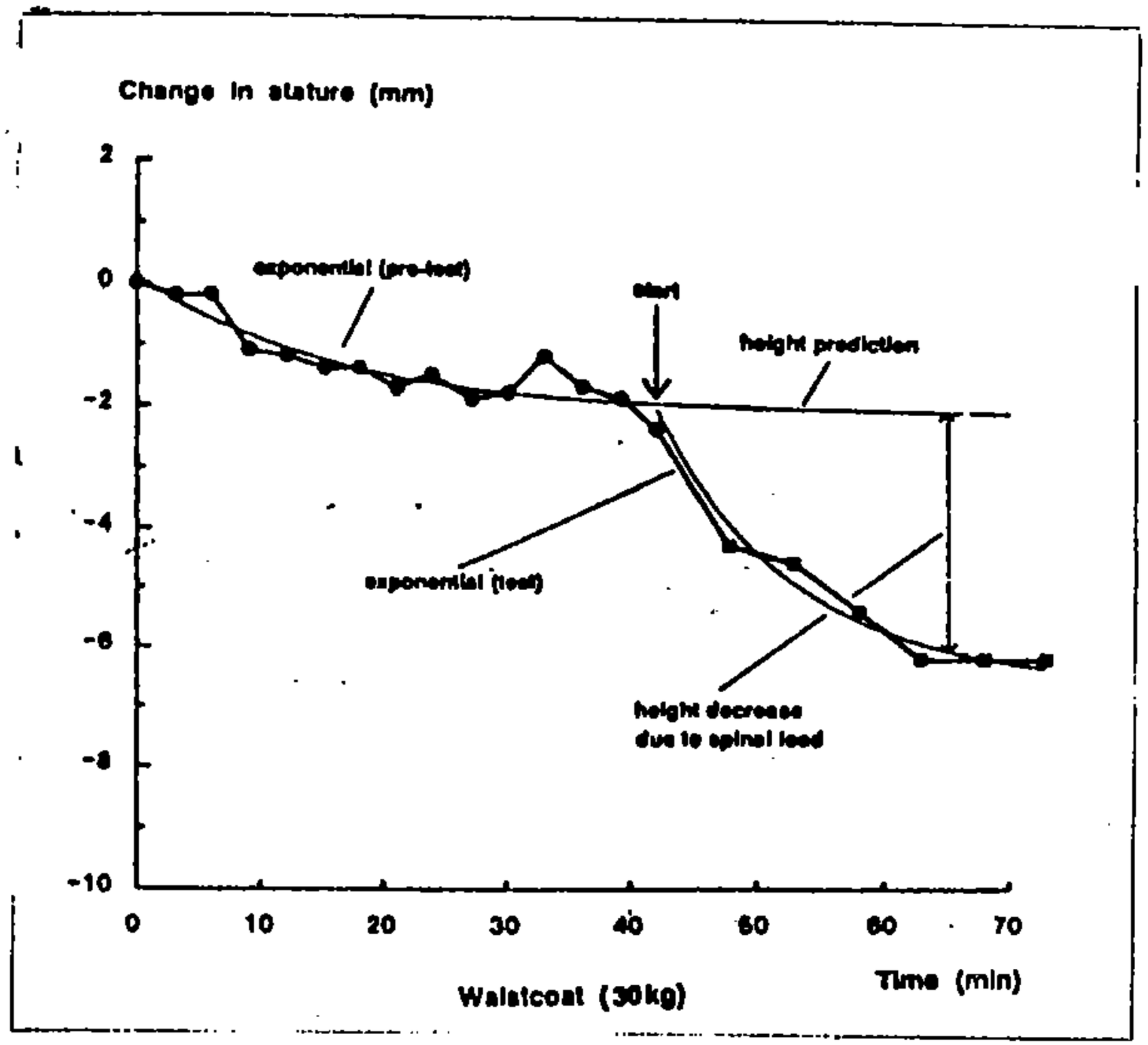
- Less comfortable seats will cause the occupant body more such subtle movements to adjust itself in search for a more comfortable posture.



10-8


Change in stature (mm)
6
4
2
0
-2
-4
-6
start
stop
0
15
30
45
60
75
90
105
Time (min)
Sitting: backrest inclined

10-7


Change in stature (mm)
2
0
-2
-4
-6
-8
-10
exponential (pre-test)
start
height prediction
exponential (test)
height decrease
due to spinal load
0
10
20
30
40
50
60
70
Waistcoat (30kg)
Time (min)

SPINAL LOADING

-Standing has the maximum loading on spine, which will result in height reduction. The amount of reduction is proportional to time until it reaches an equilibrium state.

-Sitting will then allow a person to regain the height loss from standing. The amount increase is also directly proportional to time until it reaches another equilibrium state.

-Comfortable seats will allow a person to "grow" faster.

-The overall amount of height change discussed here is about 25 mm to the most in a day's activities.

EMG (Electromyograph)

-Every muscle should have a minimum activity to allow blood circulation and avoid numbness.

-Too much muscle activities may result in muscle fatigue after a period of time.

-A comfortable seat will allow muscles to maintain minimum activities yet not result in fatigue after time.

PRESSURE DISTRIBUTION

- Pressure Map
- Average Pressure Value
- Maximum Pressure Value
- Average Pressure Gradient
- Maximum Pressure Gradient

BIOMECHANICAL ANALYSES OF SEAT COMFORT

- EMG (Electromyograph)
- Spinal Loading
- Body Adjustment Motion

SEAT COMFORT EVALUATION

discomfort →

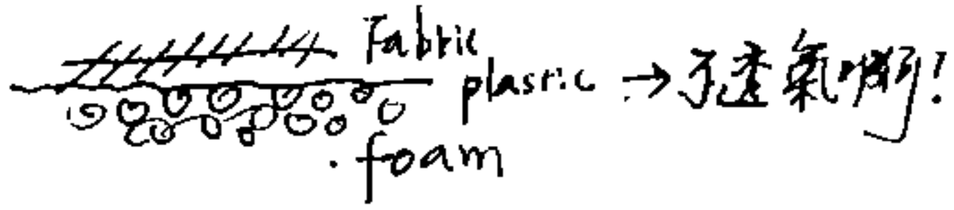
Subjective Evaluation - Customer Satisfaction

Objective Evaluation (Measurables):

- Pressure Distribution 健康人運動人
- EMG (Electromyograph)
- Spinal Loading → 腰椎
- Body Adjustment Motion 2hr. not enough

SEAT FEATURE DESIGN TREND

- Power Seat
- Memory Seat 數位記憶用車
- Child Restraint Seat
- Integrated Restraint Seat 座椅與車身結合
- Structural Seat Track Seat belt and Seat
- Seat Belt Pre-tentioner 安全帶緊繃度
- Sill/Tunnel Mounted Seat Track 結合側撞結構的椅
- Split Frame Design 椅背與骨分開運作.

- Foam-In-Fabric 

→不透氣啊!
- Chemically Bonded Fabrics
- Circular Knits 先染色再織布→彈性大.
- Storage Armrest
- Map Pocket/Storage Pocket
- Folding Rear Seat
- Reclining Rear Seat

SEAT SYSTEM DESIGN VERIFICATION TESTS

- Seat System H-Point Check
- In-Vehicle H-Point Check
- Seat System Durability Test
- Accelerated Durability Test
- In-Vehicle Durability Test
- Ingress/Egress Test
- Seat System Fatigue Test
- Hyge Sled Test
- Noise/Vibration Test
- Comfort Test
- Fit & Finish And Function Test

ERGONOMICS

All interior design has to meet human ergonomic requirements, another way to ensure customer satisfaction. Examples are:

- control location
- control/adjustment method
- control/switch touch feel
- control reach zones

-448-

HEALTH CONSIDERATION

- Orthopedically designed seat for long term driving comfort
- No volatile gases emitted from interior components (e.g., fogging)
- No adverse effects on environment from manufacturing & assembly process
- No hazardous condition in the plant environment

SEAT SYSTEM FMVSS REQUIREMENTS

- FMVSS 201 - Head Restraint Rear Impact Requirement
- FMVSS 202 - Head Restraint Static, Dynamic & Height Requirements
- FMVSS 207 - Seatback Strength & Torsional Rigidity
- FMVSS 207/210 - Seat Belt Anchorage Strength

SAFETY

- Government Regulations (FMVSS Requirements)
- Litigation History
- Do-Care Engineering

  正面与背面能量吸收(撞击)

INTERIOR SYSTEM DESIGN CONSIDERATION

- Customer Satisfaction
- Safety
- Health Consideration plastic gase → fogging
- Long Term Durability
- Ergonomics
- Recyclability
- Squeak/Rattle
- Sound Quality
- Craftsmanship

-452

EVALUATION METHOD

Use a numerical rating on a scale from 0 to 10 of the perceived comfort at various body regions and the overall seat comfort. The body regions are:

- Neck
- Upper Back
- Middle Back
- Lower Back
- Thighs
- Buttocks
- Calves
- Chest
- Shoulder
- Sides

SURVEY RESULT

- The total effect of the design factors and the seats is significant.
- The effect of the factors of foam thickness, foam hardness, side support, the interaction of back contour and suspension rate, and the interaction of back angle and cushion angle are each significant.
- There is a significant difference between each of the 16 test seats.
- The effects of back angle and the interaction between cushion angle and side support are each nearly significant at the 5% level.
- It is found that lighter participants, shorter participants and female participants are more sensitive to the changes of the levels of the design parameters.

附錄十三

訊　息　處　理
與
公路交通安全品質

清華大學工業工程系
王　明　揚

道路交通系統

— 人（駕駛人、乘客、行人、騎士等）

— 車（汽車、卡車、巴士、機車、自行車....等）

— 道路（寬、窄、直、彎、平坦、凹凸等）

— 環境（市區、市郊、鄉村、山區....等）

· 系統主體：人

· 系統目的：使須要轉運的人（物）能安全、迅速地自起點轉運至其目的地。

· 系統品質：
— 安全
— 迅速
— 舒適
— 可靠
— 方便
— 景觀怡人
— .....

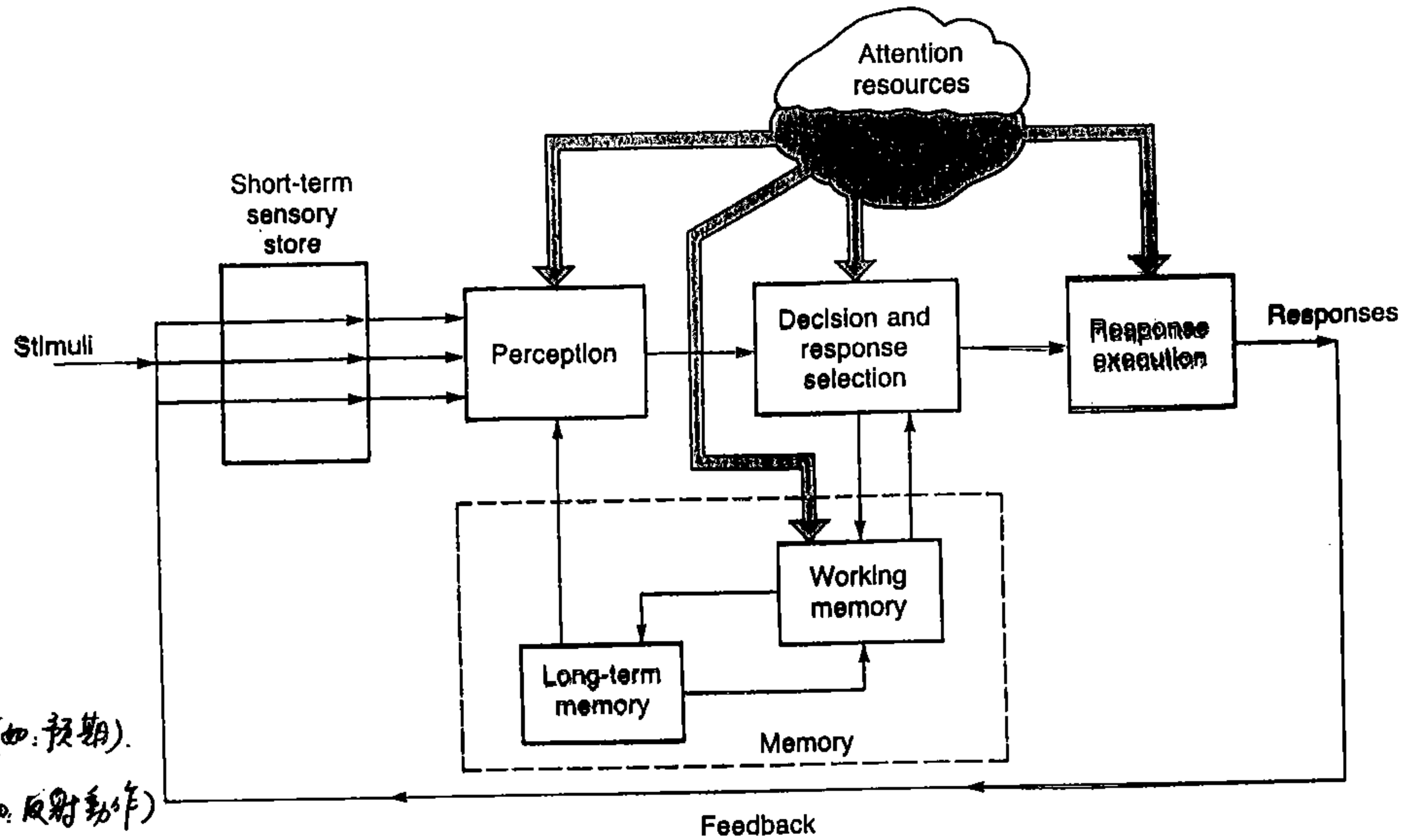
安全第一

· 人：汽車駕駛人（能力與限制）

· 人的行爲模式：人+地+事（+時）

· 刺激反應模式：（Fig.1.1）
Stimulus - Organism - Response
（刺激—反應機構—反應）

· 訊息處理能力與負荷（Info demamd vs performance）
— 人在壓力下會產生 ” Cognitive Tunnel Vision” 能注意的範圍縮小，能處理的訊息自然也少：但警覺增加，只處理較重要的訊息（or明顯的）
— 明顯的訊息不一定是最應注意的，如何使人在壓力大時所注意到的是眞正重要的訊息
— 不同型式的刺激間的注意力轉換（如： Visual—Auditory）比同一型式間（如：Visual Visual）多花 100 msec 預期訊息 vs實際訊息
— Visual dominance：人常偏向以視覺的型式處理訊息。但VD可關閉,Auditoy則無法關閉
— 重要計息用視覺方式表示，聽覺刺激對意識的侵入性較強，因此做爲警告信號或特別提示較佳
— Auditory Warning Stinulus 會使其後的刺激反應加速（V&A）



• 不一定是单向程序(如:预期).
• 各阶段或有重叠(如:反射动作)

Figure 1.1 A model of human information processing.

· Stimuli=Visual and Auditory
· Short - term Sensory Store
— 不用刻意注意
— 保存細節
— 保存短暫（Visual <1 sec Audifory <3.5 sec）
· Perceptual encoding：
— Many - to-one mapping （如：A,a,a.....）
— 有難易、繁簡之分：
如：detection （yes/no）
↓
recognition （辨認）
↓
identification （確認）
↓
Categonization （歸類）
如：Single dimension ：顏色的絕對判斷
multi - dimension ：圖形辨認
· Decision making／Response selection：
— 由memory中的info與perceived info 比較決定
— 決策行爲會存在memory中，做爲下次決策之參考
— 決定成敗／生死
· Response execution：
— 決策的執行包含一系列的步驟，如：時機、動作、方向、力量等的配合。
· Feedback：
— 監測反應執行的結果，成爲新的刺激

· Attention resources ：

— 有限的資源

— 資源分配影響 performance

— 練習與學習可減少對 Attention resources 的需求

— 訊息處理上的瓶頸
Selective attention
Focuoed attention — Single channel
Divided attention — mutiple channel

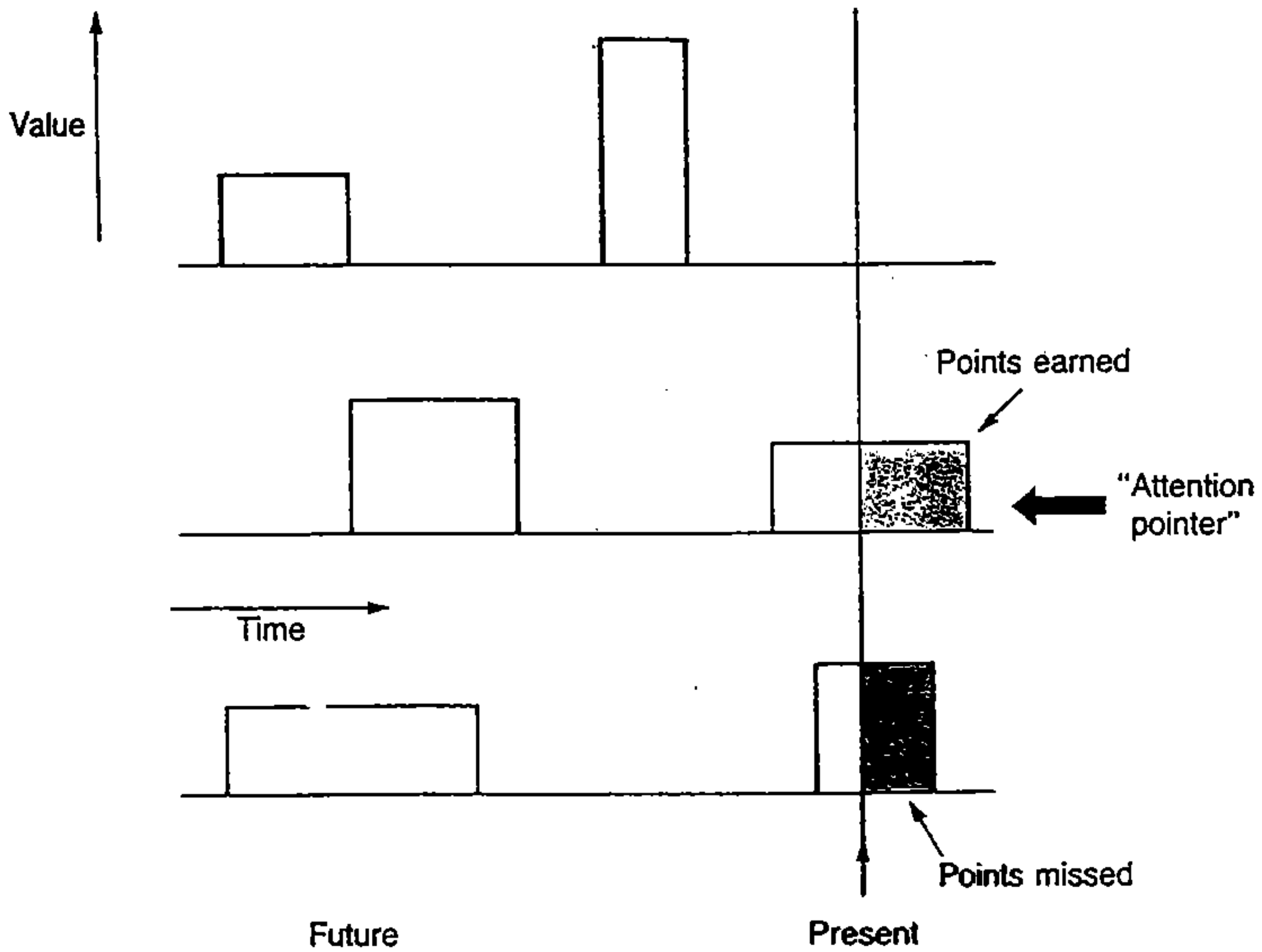
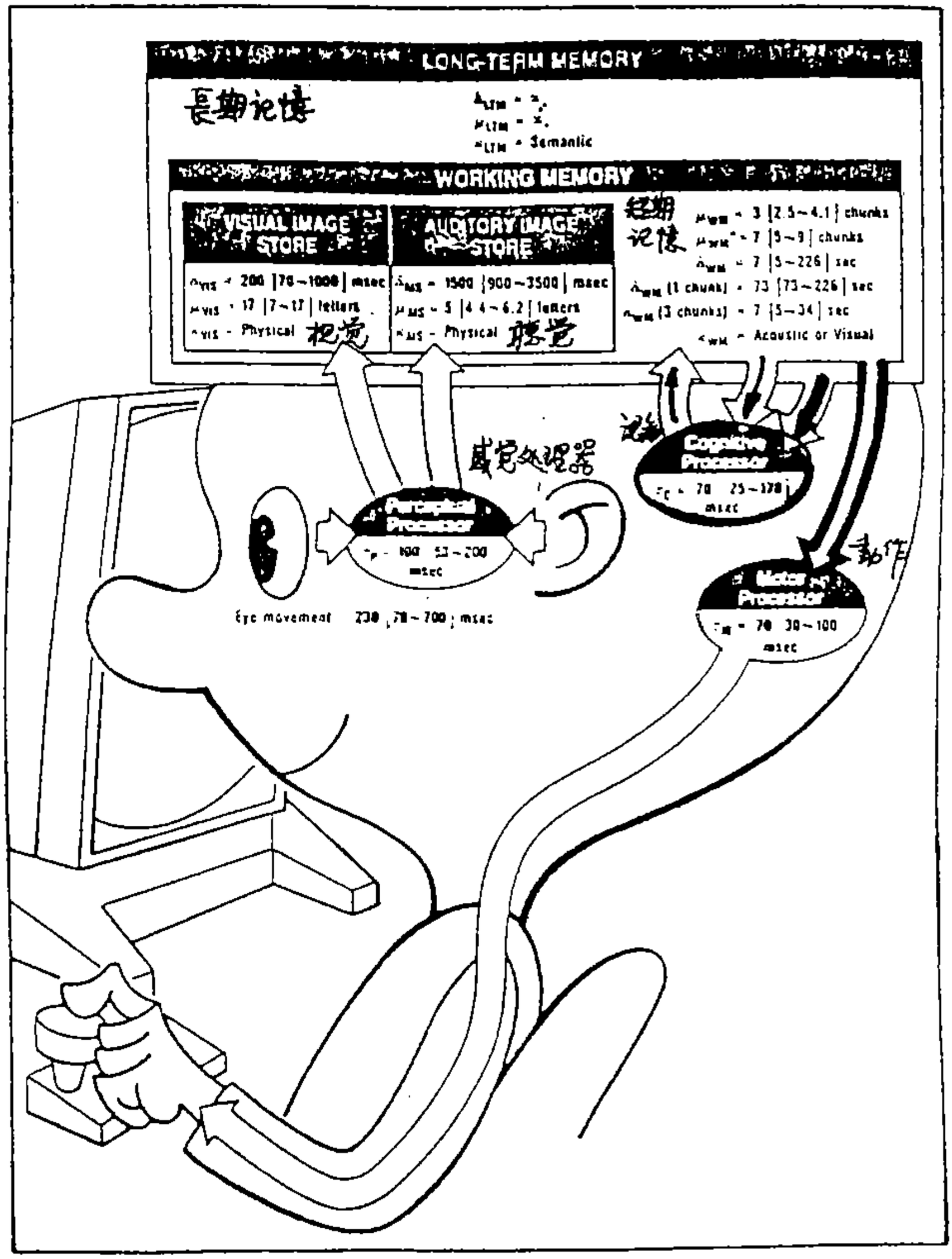


Figure 7.2 Multitask supervisory control and sampling paradigm. From "Dynamic decisions and work load in multitask Supervisory Control" by M. K. Tulga and T. B. Sheridan, 1980, *IEEE Transactions on Systems, Sciences, and Cybernetics, SMC-10*, p. 218. Copyright 1980 by the Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc. Reprinted by permission.



V: 7200 | 5070 ~ 227000

A: 8500 | 5900 ~ 229500

470 | 175 ~ 1170

The Model Human Processor - memories and processors.

认知处理器：辨识-行动循环 (Recognize-Act Cycle)

P0. *Recognize-Act Cycle of the Cognitive Processor.* On each cycle of the Cognitive Processor, the contents of Working Memory initiate actions associatively linked to them in Long-Term Memory; these actions in turn modify the contents of Working Memory.

P1. *Variable Perceptual Processor Rate Principle.* The Perceptual Processor cycle time τ_P varies inversely with stimulus intensity.

P2. *Encoding Specificity Principle.* Specific encoding operations performed on what is perceived determine what is stored, and what is stored determines what retrieval cues are effective in providing access to what is stored.

P3. *Discrimination Principle.* The difficulty of memory retrieval is determined by the candidates that exist in the memory, relative to the retrieval clues.

P4. *Variable Cognitive Processor Rate Principle.* The Cognitive Processor cycle time τ_C is shorter when greater effort is induced by increased task demands or information loads; it also diminishes with practice.

P5. *Fitts's Law.* The time T_{pos} to move the hand to a target of size S which lies a distance D away is given by:

$$T_{pos} = I_M \log_2 (D/S + .5), \tag{2.3}$$

where I_M = 100 [70~120] msec/bit.

P6. *Power Law of Practice.* The time T_n to perform a task on the nth trial follows a power law:

$$T_n = T_1 n^{-\alpha}, \tag{2.4}$$

where α = .4 [.2~.6].

P7. *Uncertainty Principle.* Decision time T increases with uncertainty about the judgement or decision to be made:

$$T = I_C H,$$

where H is the information-theoretic entropy of the decision and I_C = 150 [0~157] msec/bit. For n equally probable alternatives (called Hick's Law),

$$H = \log_2 (n + 1). \tag{2.8}$$

For n alternatives with different probabilities, p_i, of occurence,

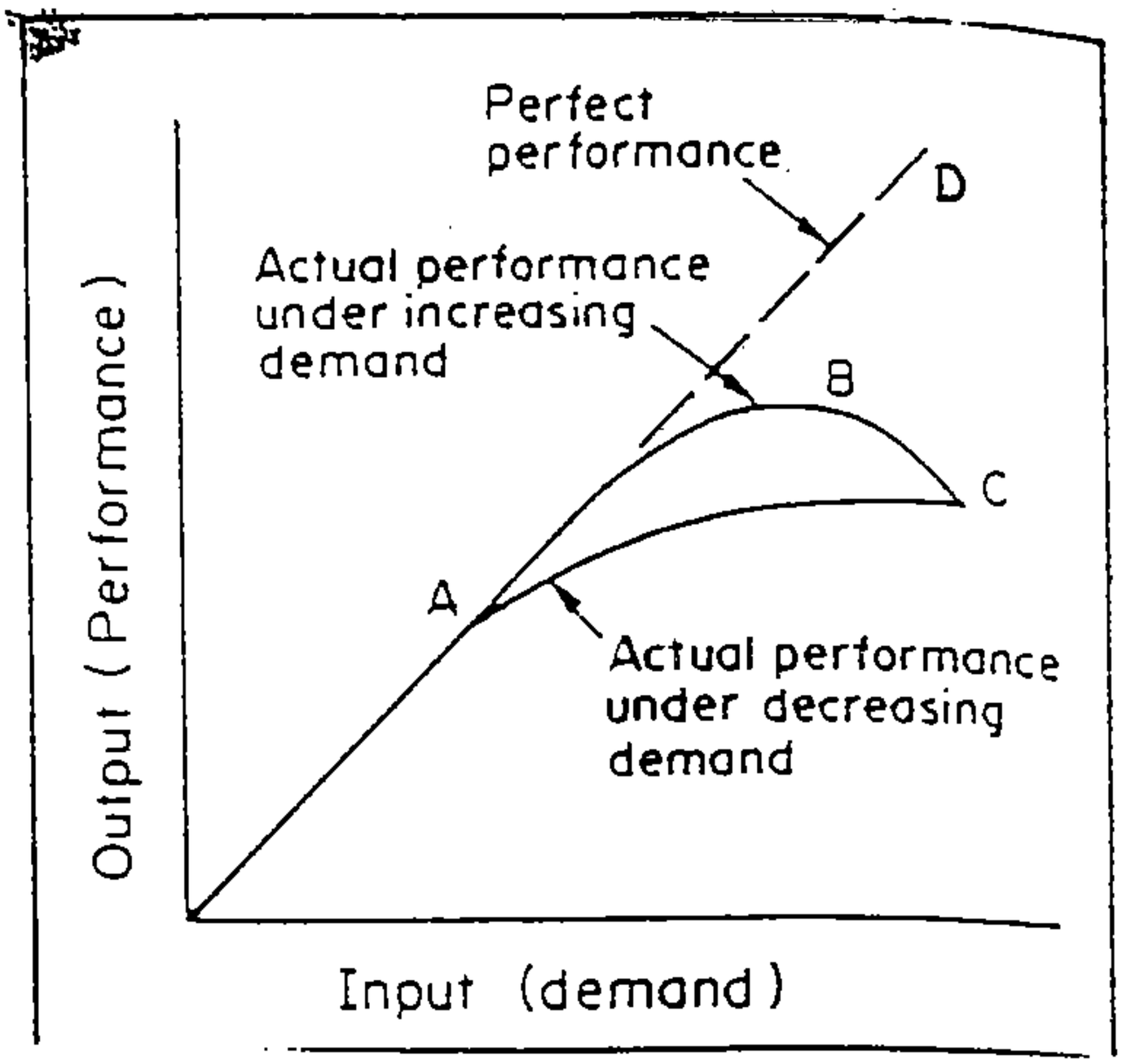
$$H = \Sigma_i p_i \log_2 (1/p_i + 1). \tag{2.9}$$

P8. *Rationality Principle.* A person acts so as to attain his goals through rational action, given the structure of the task and his inputs of information and bounded by limitations on his knowledge and processing ability:

Goals + Task + Operators + Inputs
+ Knowledge + Process-limits → Behavior

P9. *Problem Space Principle.* The rational activity in which people engage to solve a problem can be described in terms of (1) a set of states of knowledge, (2) operators for changing one state into another, (3) constraints on applying operators, and (4) control knowledge for deciding which operator to apply next.

The Model Human Processor – principles of operation.



info demand V.S. performance

lnput 不當 or 不足（複雜的道路、夜間、雨、霧等）
- 異常狀況
- 處理能力不足（太慢）
- 負荷過動（生理、心理）
- 因緊張、情緒、經驗、狀況等使感覺或判斷錯誤
- 生理異常（生病、藥物反應、醉酒）

· 駕駛行爲包含：
— Nanigation：方向
— Guidance：道路　　Skills
— Control：車

· 但對交通安全而言，卻不止於此
— 訓練
— 考核
— 守法精神
— 處罰

· 道路系統的問題（Quality）
— 四通八達？
— 複雜程度？
— 路面保養？
— 標誌、號誌、標線？
— 景觀？

問題

· 國人的駕駛行爲？冒險指數？

· 路標的人性設計？訊息量？中文？設置位置？

· 駕駛訓練？

附錄十四

83P-CRSR-140

高速鐵路列車組的
人因工程化設計準則之研訂

交通部高速鐵路工程籌備處　委託
國立台灣工業技術學院工業管理系　辦理

中華民國八十三年元月三十一日

七項研究子題間的研究步驟關係如下：

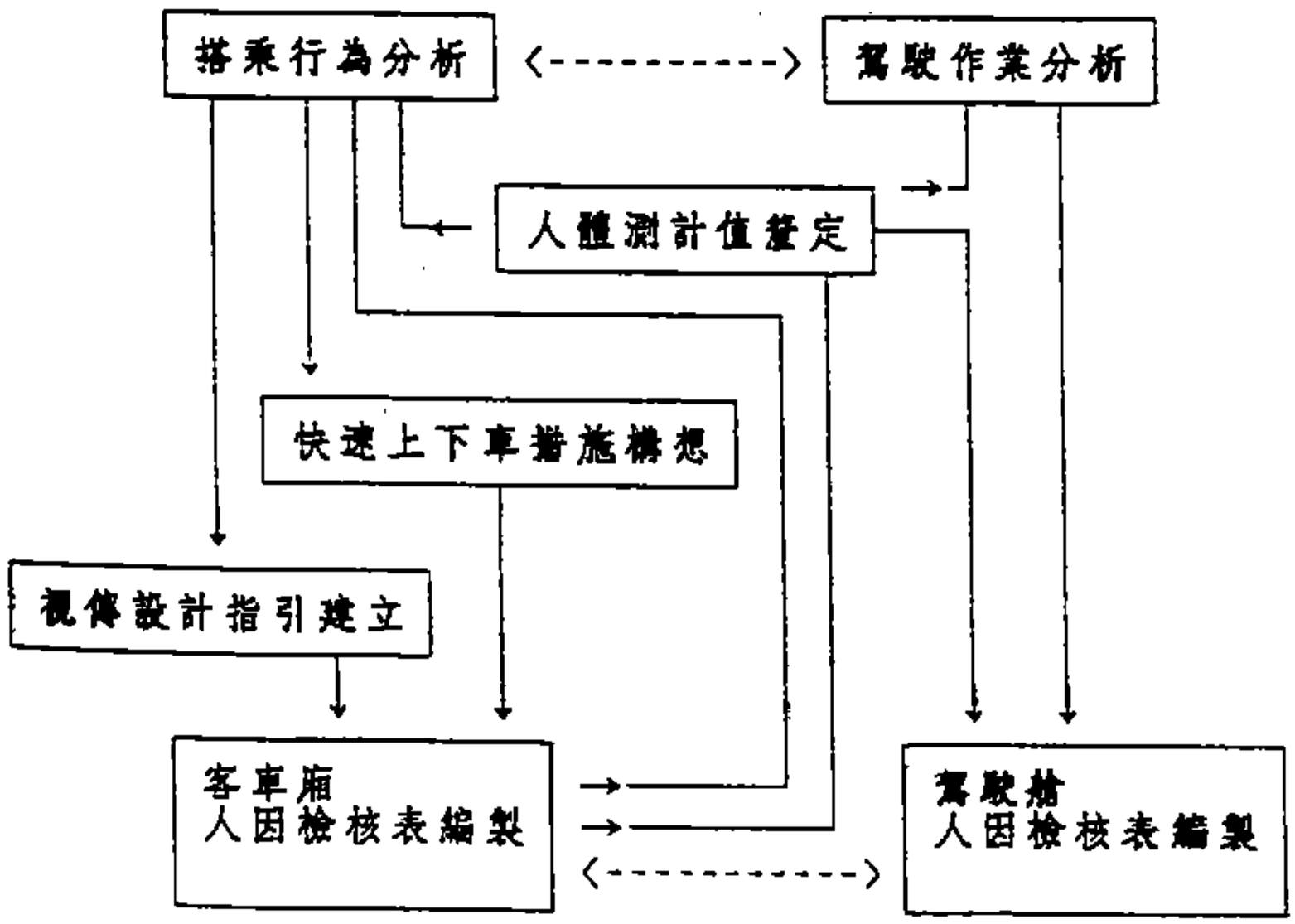


表２－１２　客車廂人體計測資料需求項目

人體測量尺寸	走道	行李架	廁所	餐車	座椅	服務員室	參考資料
1.身高	•	•	•	•		•	ABCDE
2.體重					•		ABCE
3.立姿眼睛高度			•	•		•	CE
4.立姿肘部高度			•			•	D
5.挺直坐高				•	•	•	BCE
6.正常坐高				•	•	•	-----
7.坐姿眼睛高度				•		•	CE
8.肩寬	•				•		CDE
9.兩肘間寬度	•				•		D
10.臀部寬度			•		•		AB
11.扶手高度					•	•	CE
12.大腿厚度				•			B
13.膝蓋高度				•			BCDE
14.膝蓋寬度				•	•		D
15.臀部-膝窩部長度				•	•		CE
16.臀部-膝蓋長度			•	•	•	•	CE
17.立姿垂直手握高度		•	•			•	BCDE
18.手臂平伸拇指指尖距離		•	•	•		•	ABCE
19.最大人體厚度	•		•	•		•	AB
20.最大人體寬度	•		•	•	•	•	ABCDE

參考資料：

A:厚鐵津,78年,"台灣地區女子(19-23)人體計測調查之研究",技術學刊,第四卷,第三期,PP.291-300.

B:厚鐵津,77年,"台灣地區女子(6-18)人體計測調查之研究",技術學刊,第三卷,第一期,PP.81-100.

C:杜　壯,77年,"台灣地區少年人體計測調查研究",技術學刊,第三卷,第二期,PP.165-173.

D:李正中,75年,"國人靜態人體測量資料庫之建立",行政院國家科學委員會專題研究計畫報告,NSC-74-0415-E007-04.

E:杜壯,李玉龍,73年,"我國青年期人體計測調查研究", 行政院國家科學委員會專題研究計畫報告,NSC-73-0415-E020-01.

表2-14　本研究與OR651與SNCF標準比較表

代碼		OR651		建議值	
OR651	測計項目	Min.	Max.	Min.	Max.
a*	身高(Stature)	163.0	193.0	156.7	186.8
b*	眼高[站姿](Eye height, stand)	153.0	180.5	146.2	176.3
c	坐高(Sitting height)	84.0	98.0	84.0	99.0
d	眼高[坐姿](Eye height, sit)	74.0	85.5	72.3	88.9
e	臀膝長(Buttock-knee length)	55.5	66.0	46.5	70.3
f*	膝蓋高(Knee height)	53.0	63.5	47.5	68.5
g*	膝窩高(Popliteal height)	42.5	50.5	35.8	47.4
h	大腿高(Thigh height)	12.0	18.0	10.2	19.6
i	臀膝窩長(Buttock-popliteal)	44.0	52.0	40.6	54.1

說明：建議值依據表2-10之(3)台鐵駕駛員．

代碼		SNCF		建議值	
SNCF	測計項目	5(F)	95(M)	5(F)	95(M)
0	身高(Stature)	150.7	186.0	143.0	178.8
1	坐高(Sitting height)	79.0	97.0	74.0	96.0
2	膝窩高(Popliteal height)	36.0	47.0	33.0	45.7
3	臀膝窩長(Buttock-popliteal)	42.2	52.3	42.4	50.9
4	臀腹厚(Buttock-abdominal depth)	19.0	33.4	21.2	30.5
5	肩寬(Shouder breadth)	37.0	51.6	33.5	47.1
6	兩膝寬B(Knee breadth)*	32.0	42.0	18.7	24.4
7	機能性手及(Functional reach)	66.3	94.3	66.0	85.8

說明：建議值依據表10之(3)台鐵駕始員與(4)社壯73年量測及
(5)SOUTH CHINA (WOMEN) 之合併值 ．

表2－10、各國主要人體測計項目第5與第95百分位數統計表

代碼 SMCF	代碼 OR651	代碼 台灣	測計項目	百分位數	(1)SMCF 5(F)	(1)SMCF 95(M)	(2)OR651 Min.	(2)OR651 Max.	(3)台灣國軍員 n = 190 5	(3) 50	(3) 95	(3) Min.	(3) Max.	(4)台灣(社社) n = 2145 5	(4) 50	(4) 95	(5)SOUTH CHINA (Male) 5	(5) 50	(5) 95	(5)(Female) 5	(5) 50	(5) 95	(6)JAPAN 5	(6) 50	(6) 95	(7)GERMANY 5	(7) 50	(7) 95	(8)FRANCE 5	(8) 50
0	--	A1	體重(Weight)		46.3	94.6	---	---	58.0	71.4	84.8	54.5	99.8	48.2	60.1	72.0														
0	a*	A3	身高(Stature)		150.7	186.0	163.0	193.0	160.6	169.6	178.6	158.7	186.8	160.5	169.6	178.8	161.0	166.0	171.0	143.0	152.0	159.0	166.3	172.0	182.0	164.5	174.5	184.5	160.0	171.5	183.
1	c	A8	坐高(Sitting height)		79.0	97.0	84.0	98.0	86.3	91.2	96.0	84.0	99.0	88.0	91.7	95.4	79.0	84.0	89.0	74.0	79.0	84.0	85.0	92.0	100.0	86.5	92.0	97.5	85.0	91.0	97.
2	c*	A16	膕窩高(Popliteal height)		36.0	47.0	42.5	50.5	37.9	41.8	45.7	35.8	47.4	36.7	40.1	43.6	37.0	40.0	43.0	33.0	37.0	40.0	30.0	41.5	44.0	41.5	45.5	49.5	38.5	42.5	46.
3	i	A22	臀膕窩長(Buttock-popliteal)		42.2	52.3	44.0	52.0	42.4	46.6	50.9	40.6	54.1	41.2	44.1	46.9				*38.5	43.5	48.5				44.5	49.5	54.5	43.5	48.0	52.
4	--	A20	臀腹厚(Buttock-abdominal depth)		19.0	33.4			21.2	25.8	30.5	18.3	33.8							*15.0	21.5	28.0									
5	--	A13	肩寬(Shoulder breadth)		37.0	51.6			40.4	43.7	47.1	37.9	48.5	39.8	43.2	46.5	36.5	40.0	42.5	33.5	38.0	39.5	38.0	42.0	45.0	42.5	46.5	50.5	41.0	45.0	49.
6	--	A18P	膕膝寬B(Knee breadth)*		32.0	42.0			18.7	21.6	24.4	17.5	31.0																		
7	--	A7	機能性手及(Functional reach)		66.3	94.3			61.2	67.4	73.6	57.6	79.6	74.6	80.2	85.8	70.0	80.0	84.0	66.0	70.0	73.0	80.0	85.0	90.0	73.0	78.0	83.0	71.5	77.0	82.
-	b*	---	眼高(站姿)(Eye height, stand)				153.0	180.5	150.1	159.1	167.5	146.2	176.3	148.8	157.9	167.0										153.5	163.5	173.5	145.0	156.0	167.0
-	d	A8A	眼高(坐姿)(Eye height, sit)				74.0	85.5	75.9	80.7	85.5	72.3	88.9				69.0	74.0	79.0	65.0	69.0	74.0	75.0	82.0	88.0	75.0	80.0	85.0	75.0	80.0	85.0
-	e	A21	臀膕長(Buttock-knee length)				55.5	66.0	52.6	57.4	62.2	46.5	70.3	51.2	55.2	59.1	50.0	54.0	58.0	46.0	49.0	52.0	53.0	56.0	60.0	56.0	60.0	64.0	56.0	62.0	66.0
-	f*	---	膝蓋高(Knee height)				53.0	63.5	51.0	58.0	64.7	47.5	68.5	45.7	49.2	52.7	49.0	50.5	52.0	41.5	46.0	49.0	47.0	51.5	56.0	50.0	54.5	59.0	49.5	54.0	58.0
-	h	A15	大腿高(Thigh height)				12.0	18.0	12.0	14.7	17.4	10.2	19.8													11.7	13.6	15.7			

說明：各項資料來源如下

(1)(2)美國國防・(3)本計畫量測・(4)社社73年量測・

(5)(6)International Data On Anthropometry 與Pheasant(1986).

(7)(8)DIN 33 402, part2 與Pheasant(1986).

表 3－1　高速鐵路旅客搭乘行為流程

乘車活動	問題點
一、上車	
1.候車	
◆到達候車區	確認時間 確認列車 確認車廂 空間的設計
◆打發時間	提供服務： 報章雜誌 電視廣播 零食 兒童活動 電話連絡 緊急服務 盥洗室
◆列車進站前廣播	噪音量 廣播音量 廣播清晰度 廣播正確性 廣播時機
◆列車進站時	列車進站訊息設計 旅客安全管理
2.準備上車	班次車廂訊息設計：
◆確認班次、車廂	大小 位置 顏色 亮度 字體

	內容
◆就車門位置	車門停靠位置設計 排隊問題
3.上車	
◆開車門	開門時機 開門方法 門的設計
◆等候下車旅客	上下車管理
◆上車	走道 階梯、間隙 擁擠、阻塞 照明
◆離站播報	播報時機 播報音量 播報清晰度 播報內容
◆其他	旅客遲到處理 意外處理 送客管理
二、旅途中	
1.安頓下來	
◆確認車廂	車廂號碼的位置 車廂號碼的大小 車廂號碼的顏色
◆尋找座位	確認車廂 確認班次 確認座位 座位標示設計：

	平均時間(秒)	標準差(秒)
起點站上車	2.52	1.75
終點站下車	1.70	1.60
中途站	2.05	2.70

	平均時間(秒)	標準差(秒)
上車	2.32	2.54
下車	1.77	2.09

而上下車的旅客人數也會對上下車的時間有影響，調查資料顯示乘客人數少時上下車速度較慢， 平均需要2.4秒，人數多時比較快，平均約2.0秒。

	平均時間(秒)	標準差(秒)
上下車人少時	2.26	2.03
上下車人多時	1.98	2.74

二、意見調查：

A2

高速鐵路簡介

高速鐵路全長約 345公里，沿途設台北、桃園、新竹、台中、嘉義、台南、高雄等站，最高營運車速每小時 300公里，從台北到高雄只要90分鐘，票價約為飛機票的70%至80%，從台北到台中票價約為 500元，從台北到高雄票價約為 990元(民國80年幣值)。

9. 您選擇目前這項交通工具的主要原因是（可以複選，但最多選三項）
   □速度快，時間短 □票價低 □安全舒適 □班次多購票容易 □服務品質好
   □班次時間配合 □買不到較喜歡交通工具的票位
   □車站(機場)接駁交通很便捷 □其他（請填寫）＿＿＿＿＿＿＿＿

10. 如果有高速鐵路的話（請參考高速鐵路簡介），您會不會考慮搭乘？
   □決不考慮 □搭乘的可能性不大 □不一定 □很可能搭乘 □一定會搭乘

11. 您對高速鐵路最關心的問題是甚麼
   □速度、行車時間 □票價 □班次、票位多寡 □班次時間配合
   □服務設施多樣化及服務品質 □安全舒適 □車站接駁交通的便捷

12. 如果有下列交通工具可供選擇，您會如何擇擇？請填寫您的優先順序(最優先的填1)
   ＿自用小汽車 ＿大客車 ＿火車 ＿高速鐵路 ＿飛機 ＿計程車

13. 如果高速鐵路車廂中設有二道門（前後各一）作上下車之用，其使用方式您較喜歡：
   □專用式，一門專供上車用，另一門專供下車用
   □共用式，二門同時作上、下車用
   □其他（請填寫）＿＿＿＿＿＿＿＿

14. 您這次旅行總共有幾位親朋好友同行？
   □自己一人 □共二人 □共三人 □共四人 □四人以上

15. 您這次旅行時有嬰兒(一、二歲，需餵乳、換尿片的幼兒)同行嗎？
   □有 □沒有

16. 如果您搭乘高速鐵路時有嬰兒同行，您需要特設的育嬰場所(如，供換尿片用)嗎？
   □完全不需要 □不需要 □不一定 □需要 □非常需要

17. 如果您搭乘高速鐵路，放置旅客隨身(小件)行李的行李架，您認為如何設計較佳？
   □開放式行李架，像火車上的行李架 □無對號封閉式行李架，像國光號的一樣
   □有對號封閉式行李架 □其他（請填寫）＿＿＿＿＿＿＿＿

18. 如果您搭乘高速鐵路，旅客之大件行李，您認為以何種方式處理較佳？
   □另設大件行李車廂，供旅客託運
   □車廂入口處附近特設大件行李存放空間
   □自己隨身攜帶(利用座位附近空間放置)
   □其他（請填寫）＿＿＿＿＿＿＿＿

19. 您這次旅行總共帶了幾件大件行李？幾件小件行李？
☐沒有行李 ☐大件____件 ☐小件____件

20. 您這次旅行攜帶大件行李的原因是甚麼？
☐出國返國遷居 ☐國外旅遊、探親 ☐國外出差
☐國內遷居 ☐國內旅遊、探親 ☐國內出差
☐其他（請填寫）_____

21. 以高速鐵路的行車時間（60～90分鐘），您有沒有飲食的需求？
☐完全不需要 ☐不需要 ☐不一定 ☐需要 ☐非常需要

22. 如果您在高速鐵路上有飲食需求時，在冷熱開水外，您會擇選那些項目？
（可以複選，但最多選三項）
☐便當 ☐西點麵包 ☐漢堡速食 ☐零食 ☐茶、咖啡、果汁、碳酸飲料
☐其他（請填寫）_____

23. 如果您搭乘高速鐵路，車內的飲食供應服務，您比較喜歡何種方式？
☐自動販賣機 ☐簡易餐飲吧台 ☐手推式販賣車 ☐特設餐車
☐其他（請填寫）_____

24. 如果您搭乘高速鐵路，車內座椅方向的設計，您比較喜歡何種方式？
☐可旋轉式，像現在火車的座位 ☐固定式，面對面（四個座位一組）之設計
☐固定式，一半順向一半逆向 ☐固定式，每個座位朝同一方向
☐其他（請填寫）_____

25. 如果您搭乘高速鐵路，您較喜歡那種設計的廁所？
☐蹲式 ☐坐式 ☐無所謂 ☐其他（請填寫）_____

26. 如果您搭乘高速鐵路，您是否同意男女共用的廁所設計？
☐非常不同意 ☐不同意 ☐無所謂 ☐同意 ☐非常同意

27. 如果您搭乘高速鐵路，您認為需要在「馬桶」外另裝設男用小便池嗎？
☐完全不需要 ☐不需要 ☐無所謂 ☐需要 ☐非常需要

28. 如果高速鐵路車廂內裝設電子活動看板，您認為應提供那些訊息
（可以複選，但最多選三項）
☐國內外重大新聞 ☐一般行車現狀(車速、位置、時間)
☐設施使用說明 ☐主要車站的有關狀況(氣象、交通)
☐商品廣告 ☐臨時緊急狀況報告
☐其他（請填寫）_____

29. 如果高速鐵路提供下列收費式服務設施（其收費比一般市價高0～50%），
您會加以使用的有那些項目？（可以複選，但最多選三項）
☐閉路電視節目 ☐書報自動販賣機
☐卡拉ＯＫ ☐電動玩具
☐公共電話 ☐傳真
☐其他（請填寫）_____

◆ 翻椅—包括配置位置，安全要求等。

◆ 大件行李置放處—包括行李分類，防止行李滑落等設計。

◆ 旅客活動空間—包括天花板高度與色調等。

◆ 客艙門—包括艙門寬度，控制與標示，氣密設計等。

◆ 走道—包括走道寬度，輔助設施等。

◆ 座椅—包括座椅椅墊，靠背，手靠，腳靠，姿勢調整，椅距，閱讀燈控制器等。

◆ 行李架—包括行李架高度，行李架設計等。

◆ 窗户—包括氣密，窗簾等。

◆ 廁所—包括廁所配置，廁所標示，氣密設計，馬桶，洗手檯等。

◆ 殘障設施—包括走道，扶手，輪椅區，廁所等特殊考量。

◆ 照明—包括客艙，門廳，出入口，閱讀燈等照明水準

◆ 噪音—最舒適的噪音水準。

◆ 空調—包括空動流動速率，溫溼度等。

◆ 震動—震動頻率與強度。

◆ 氣密—高速行駛，穿越隧道時艙內壓力之變化。

◆ 資訊—時速，停靠站，路線圖等資訊顯示。

並參考比較日、德、法等國客車廂設計，據以發展檢核表，提出適合國人的設計。

編號： 01	檢核項目： 車廂入口
檢核點	檢　核　內　容
0101	車廂入口車門寬度不得少於80公分。
0102	車門之運作方式採動力式，動力失效時亦可手動操作。
0103	上下車門應由車上人員控制，車門完全開啓的時間不得超過 5 秒，關閉中碰到障礙物時，車門需重新打開，停頓一下再重新關閉，所需時間不可超過10秒。
0104	車門手動控制裝置的設置高度爲150-168.5公分。
0105	車門上應有提示開門方向之標示。
0106	入口處應有扶手。
0107	車廂入口應有適當之照明，照明水準介於 3-10 fc (32.3-107.6 lux)。
0108	若車廂入口因配合月台而需有台階時，台階高度不得高於15公分。
0109	車廂入口不應有妨礙旅客通行的障礙物。
0110	車廂入口踏板應有防止旅客滑倒或墜落之設計。
0111	車廂入口應有車廂號、目的地等標示。

〔01〕車廂入口

編號: 0101　　**檢核點:** 車廂入口車門寬度不得少於80公分。

理由:

- 可便於輪椅及攜帶大件行李與抱小孩的旅客通行。

規範:

- ISO 3055規範：
  - 單人通行所需之寬度爲65公分，最小不得低於60公分。
  - 單人攜隨身行李通行所需之寬度爲80公分。
- BS 5619, 5810規範：
  - 輪椅通行所需門之淨寬，最小不得低於80公分。(輪椅最大寬度75公分，動態操作裕度5公分)
- 單人通行最小可到76.2公分，但考慮攜帶行李或牽抱小孩及殘障旅客之需求，建議入口爲80公分較適當。
- 高速鐵路車輛技術規範:
  - 車門寬度不得小於800mm，高度不得低於1835mm。

參考資料:

- Wesley E. Woodson, 1981, Human Factors Design Handbook.
- Stephen Pheasant, 1987, Ergonomics-Standards and Guidelines for Designers.
- Ergobase, 1989, Biomechanics Corporation of America.
- 高速鐵路車輛技術規範

編號： 04　　檢核項目： 座椅

檢核點	檢　核　內　容	檢核結果 -2 -1 0 1 2
0401	座椅應有適當的標示及編號。	— — — — —
0402	座椅以固定式面對面座椅較佳。	— — — — —
0403	座椅應具有可調性。	— — — — —
0404	座面與靠背應有適當之角度，其角度值爲 105° - 120°。	— — — — —
0405	座椅應能允許使用者變換姿勢。	— — — — —
0406	靠背弧度應根據人的腰椎曲線來設計。	— — — — —
0407	椅子座面的設計應圓滑。	— — — — —
0408	座面應稍向後傾，傾斜的角度約爲15°。	— — — — —
0409	手靠應有軟墊，並設計成水平的或與座面平行，手靠高度距座面21.6-22.9公分。	— — — — —
0410	座面與靠背的覆墊應避免太厚或太軟。	— — — — —
0411	座椅應有柔軟之頭靠，頭靠之設計應有邊側支持頭部。	— — — — —
0412	座椅座面高度應適當，其值爲40.6-43.2公分。	— — — — —
0413	座椅應有適當的座深，其值爲41.9-44.5公分。	— — — — —
0414	座椅應有足夠的座寬，其值爲45.7-50.8公分。	— — — — —
0415	靠背(含頭靠)的長度，其值爲72-91.6公分。	— — — — —
0416	旋轉式座椅（朝同一方向）椅距106.7-121.9公分，固定式座椅（面對面）椅距不得少於163公分。	— — — — —

編號： 07　　檢核項目： 廁所

檢核點	檢　核　內　容	檢核結果
		-2 -1 0 1 2
0701	廁所使用中顯示與標示。	— — — — —
0702	廁所門應有足夠的寬度，其值不得小於60-76.2公分。	— — — — —
0703	小便池高度35.6-53.3公分。	— — — — —
0704	小便池作業空間長度不得少於71.1公分，寬度不得少於76.2公分。	— — — — —
0705	馬桶高度35-40.1公分。	— — — — —
0706	便器與洗手槽加緣。	— — — — —
0707	便器應採眞空設計並設有水封。	— — — — —
0708	洗手台高度66-81.3公分。	— — — — —
0709	洗手槽長度不得少於21公分，寬度不得少於22.8公分，距水龍頭高度不得少於14公分。	— — — — —
0710	洗手檯作業空間，長度不得少於76.2公分，寬度不得少於102公分。	— — — — —
0711	烘手機高度不得低於119公分。	— — — — —
0712	衛生紙盒高度不得大於76.2公分，距馬桶前緣不得大於30.5公分，距馬桶側緣不得大於30.5公分。	— — — — —
0713	緊急按鈕高度不得大於66.5公分。	— — — — —

人因工程考量的問題。本計畫駕駛艙組於臺鐵之協助下，對自強號列車之駕駛，進行實際操作過程之攝影工作，並以工作研究之程序與操作分析，分析結果如下。

8．2．1 程序分析

◎南港機務段→松山→台北站200型自強號列車駕駛操作程序分析

程序路徑	程序說明
▽	駕駛員於發車前一小時至運轉室報到。
1	填寫司機員工作班日誌。
2	詳讀該班次列車之最新路況公告、注意事項等，並簽名。
▽	出發至該車次列車編組停留處，檢查車子。
▽	到達列車編組後，由第一節車廂上車。
□	進入駕駛室，進行簡單清理工作（如儀表板擦拭等），並檢查各儀表及開關。
3	旋緊車速表紀錄器發條，再打開紀錄器填寫工作班號、車次、日期、地點後關上。
□	離開駕駛室，巡視編組各車駕駛室，檢查確認各開關是否正確歸位並駕駛室門是否確實上鎖。
□	打開空壓機室，各持克的位置確認無誤後上鎖。
□	打開車長室，確認手制機是否在鬆制位後將門上鎖（避免煞車輪緣受損）。
4	重覆前三次確認操作n次（n為聯動車廂數目）。
▽	駕駛員由最後一節車廂下車。

[04] 駕駛艙內之能見度－一般需求

編號：0401　檢核點：在不同天候狀況下，駕駛室內的所有細節如控制設施、進出及逃生設施等，均應能容易清楚的予以識別。
理由： ・ 維持人員之正常視覺。 規範： ・ 在正常日照狀況下，駕駛室內的所有細節如控制設施、進出及逃生設施等，均應能易於清楚地予以識別。 ・ 駕駛室內應有固定特定設施保護工作人員免受陽光或燈光眩光之影響。 ・ 建議駕駛室應設有可提供駕駛臺面照度爲 60 Lux 之一般連續照明設施。 ・ 當上述一般連續照明設施關掉後，駕駛室內仍應維持足夠的燈光供工作人員工作需用。通常，提供儀表照明的燈光應足以滿足此項要求。 ・ 所有儀器照明燈光之設計，須能在自然或人造附屬燈光下能正確的讀取數據。另外，在人員的正常工作位置上，上述燈光亦不可造成任何經由窗戶的反光。

[04] 駕駛艙內之能見度－艙內照明

編號：0402　檢核點：駕艙內照明設施須能穩定無間斷提供60Lux以上的照明。
理由： ・ 維持人員之正常視覺行爲並能正確無誤的判別指示訊號。 規範： ・ 駕艙內照明設施須提供駕駛檯面照面照度爲60Lux 之一般連續照明設施。 ・ 儀器及與工作程序相關之非炫光式照明燈光須與一般照明燈光相互獨立且可漸進式調整。 ・ 速度計之照明燈光無須要求具備調整功能。 ・ 如在駕駛室內有額外的燈光，如第二位工作人員的檯燈等，須注意不致造成對駕駛之炫光刺激。

[05] 駕駛台與主要操控儀器裝備－主控制器

編號：0503　檢核點：主控制器設計應使駕駛員正確簡易的操作且不致疲勞。
理由： ・主控制器使用頻繁且重要性高。 ・主控制器的操作方向與系統反應方向應符合人機適配性原則。 ・主控制器應使駕駛員在任何狀況之下均能正確毋虞地操作，以確保行車安全。 規範： ・主控制器採用輪式時旋軸須垂直或稍向駕駛員傾斜。 ・採用桿式時旋軸須如前所述，或呈水平並直立於車縱軸。 ・主控制器開關組採操縱桿型式時，其旋轉最大角度約 150度；由桿所決定的弧形應儘可能使操縱桿操作容易，可利用滑塊限制其線性移動。 ・當主控制器開關組順時針轉動控制輪時，牽引力增加。 ・主要控制器應配置在駕駛艙的左側或右側，使駕駛員能操作主控制器和煞車控制器，甚至在其透過身邊的窗戶觀察車後或換軌號誌時，煞車器應位於此窗戶的同一側。 ・主控制器應被配置在駕駛員的前方或最靠近邊窗的反側；切換器、換軌控制器及速度顯示調節器應被配置在接近主控制器附近，應置於肘部稍低處，駕駛員向前手臂與肘成120 度之左右兩側。 ・如在換軌移動期間，駕駛員無法同時操作主控制器及其輔助裝置，超出駕駛員的操作範圍，應被配置靠近於邊窗。

編號：0504　檢核點：次要操作控制器用於機車內的其它控制，其設計亦應簡單且易於辨識。

理由：

- 次要操作控制器因其操作頻次與重要性低於主要操作控制器，故應使駕駛員在非常態行車狀況下仍能正確操作。
- 控制器操作方向與系統反應方向應符合人機適配性原則。
- 次要操作控制器型式可依實際配置狀況加以選擇，但應須符合安全。

規範：

- 使用換軌控制器時，操作裝置應爲單臂操縱桿，且其旋軸應平行於主控制器。
- 若使用速度顯示調節器，操作裝置應爲旋鈕、滑動把手或旋軸平行於主控制器的操縱桿。
- 連續直動和動態氣壓式煞車的操作裝置應包括單臂把手，其旋軸垂直或稍傾向於駕駛員；採用操縱桿時其旋軸應水平或垂直於車子的縱軸，操作範圍不可超過150 度，操作時所決定的弧形應儘可能使操縱桿操作容易。
- 停車煞車的操作機構若停車煞車爲手煞車，操作裝置應使用輪式或曲柄把手；輪式或曲柄把手的旋軸應保持水平或垂直。
- 手煞車在使用時，其操作裝置位置儘可能加以固定；若停車煞車爲彈簧負荷式，則「煞車釋放」或「煞車中」的位置應能清楚標示，例如當煞車桿使用棘輪機構開關時，可藉由極端位置加以說明；當使用壓鈕開關時，可藉由視覺顯示。
- 應提供適當的設備以使彈簧負荷煞車的位置在車外也能被辨識。
- 包括視覺指示器停車煞車控制器應配置在駕駛艙內易於觸及或能清楚目視之處。
- 換軌控制器若採分離式開關，操作桿方向與主控制器增加牽引力時相同。
- 速度顯示調節器的操作方向與其裝置是否爲輪式、桿式或滑塊無關，而與主控制器的設計相同，亦即牽引力的增加將配合速度的增加。
- 主控制器爲輪式設計時，而速度顯示調節器爲桿式，則其旋軸應平行；任何操縱桿的移動將造成速度增加，主控制器則產生牽引力的增加。
- 停車煞車的控制器爲手煞車時，後者採用順時針的控制輪或把手。

[05] 駕駛台與主要操控儀器裝備－顯示器

編號：0507　檢核點：顯示裝置須能正確無誤呈現即時車況，並輔助駕駛員進行駕駛操作。
理由： ・ 在高速行車下，駕駛員須根據儀表顯示與聽覺訊息來確定該列車處於正常或異常的狀況，而作必要的操作處置。 ・ 設計時需考慮因行車訊息的解讀錯誤而作出不當反應；亦可減輕駕駛員的視覺負荷，確保行車安全。 規範： ・ 視覺顯示螢幕一般距駕駛者眼睛約35cm至70cm的距離，字元顯示大小約爲40分視角，顯示螢幕置於駕駛員水平視線的下方。 ・ 顯示螢幕中的文字大小至少應爲0.5cm高。 ・ 顯示螢幕中之文字說明應精簡扼要，並能以圖形輔助說明。 ・ 重要的訊息顯示應輔以聲音顯示，唯音訊信號的數量應加以限制，彼此間能清楚辨識，且需高於噪音水準。 ・ 顯示文字與背景間的亮度對比應爲5:1 以上，但需避免因對比過大所產生的眩光問題。 ・ 文字顏色避免使用紅、紫或藍色，應以採用白色深底爲佳。 ・ 重要緊急的訊息指示燈應採紅色閃燈，並輔以音訊顯示。 狀態訊息顯示—採燈號顯示爲佳 數值訊息顯示—指針或數位顯示 圓形量表指針原點—錶盤下方 檢核量表指針正常位—九點鐘方向 警告、緊急、故障、停止燈號—紅燈 活動、允許、正常、運轉燈號—綠燈 ・ 移動表尺的刻度應沿順時針方向增加，而表尺所呈現的訊息應立即可用，毋須再經轉換。 ・ 時間表夾應儘量靠近駕駛員，且在其視線範圍內。 ・ 以指針反應的儀器，指針順時針旋轉或向上移動時，其值增加。

編號：03	檢核項目：駕駛艙尺寸與配置	
檢核點	檢　核　內　容	檢核結果
		-2 -1 0 +1 +2
0301	駕駛室內應有足夠空間，尤其頂高空間不得少於 2,000mm。	— — — — —
0302	駕駛室內操控所需之必要裝置，應安裝在手及範圍區內。	— — — — —
0303	駕駛艙內所有物件須有固定裝置。	— — — — —
0304	駕駛艙內物件設計須避免有銳角、突出等情況，而應儘量具備平滑之曲線設計。	— — — — —
0305	緊急出口之設計，a.其無阻礙安全通道距離，b.從駕駛座算起不得少於2m，c.出口之高度與寬度分別不得少於 1,800mm 與500mm 以上，而逃生門自由空間不得少於1,700x430mm2。	— — — — —
0306	駕駛室內之一般進出用門，尺寸不得小於 1,675 x 500 mm，並爲向內開啓式。	— — — — —
0307	上下車腳踏應能防滑且垂直配置，其踏板寬度不得少於300 mm， 深度不得少於 150 mm ，間距不得大於 450 mm 。	— — — — —
0308	在通往駕駛艙之踏板側及艙門均應裝設扶欄。	— — — — —

陸、三國高鐵系統之比較

在有限的考察行程和不盡相同的考察內容下，要就日、德、法三國高鐵系統加以比較，實在相當困難。以下僅就考察小組的考察心得就人因工程的觀點加以比較如下。

6.1 駕駛艙部份

項目 \ 國別	日本	德國	法國
1. 駕駛人員數目	2人, 比較安全	2人, 比較安全	1人, 比較經濟
2. 座椅數量及配置	正副兩個座椅，後面再加一橫椅，空間較擁擠。	正副兩個座椅	兩個座椅
3. 司機座椅	較適合國人尺寸，可調式。	較不適合國人尺寸，可調式	最不適合國人尺寸，可調式
4. 駕駛艙之尺寸及配置	空間較狹小，但控制台離地面之距離適合國人。	空間舒適，唯控制台離地面高度可能需要修正。	空間尚可，但控制台離地面直覺過高，必須修正。
5. 駕駛台及主要操作儀器與控制系統	配置簡單，容易操弄。	配置相當簡單，容易操弄。	配置較為複雜。
6. 駕駛艙內能見度	佳，有暗調適	佳，有暗調適	佳，有暗調適
7. 駕駛艙內環境	無氣密系統？	有氣密系統，無氣壓變化，相當舒適。	無氣密系統，山洞多，壓力變化大。
8. 視野	廣	最廣	廣
9. 車速	快	快	最快

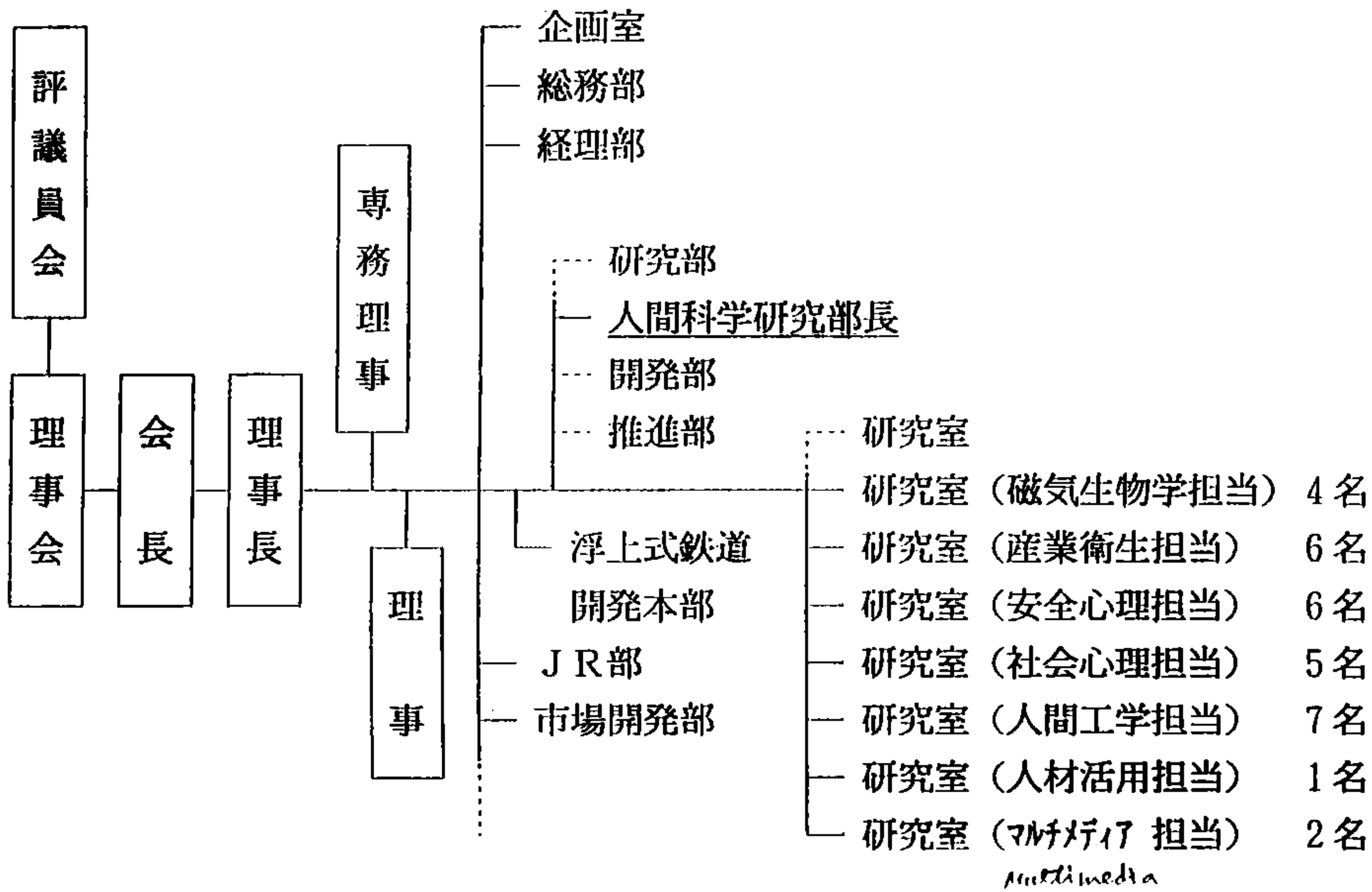
6.2 客車廂部份

項目 \ 國別	日本	德國	法國
1.服務等級	最少，只有特別座和經濟座兩種。	最多，有特別、房座、經濟、客會議廳等。	適中，有特別座、半開放式經濟座、套房。
2.餐飲設施	只有手推販賣車。	有、手推販賣車、自餐販賣咖啡、同推動車。	有餐車、手推販賣咖啡車、同等。
3.公共設施	有、男廁、女廁、行李、殘障廁、襁褓。	有、女、男廁、廁行李、殘障廁、襁褓台、廁陣、及儲物。	有殘、男廁、女廁、襁褓、廁行李、廁物、襁褓。
4.通訊設施	電話、車況顯示。	電訊顯示、資訊中心、客車旅。	電話、車況顯示。
5.座椅配置（經濟艙）	為3人～2人式，3人座中間較稍寬，走道較小，不舒適。	為2人～2人式，走道適中。	為2人～2人式，走道適中。
6.座椅配置（特別艙）	為2人～2人式，走道適中。	為2人～1人式，走道寬敞、舒適。	為2人～1人式，走道寬敞。
7.座椅設施	式袋調報，可靠、書踏板背靠。	式座三隱、直報特子、調與可、金隱書、桌響可靠且整放、、手有音、背體調立燈面共遥視板垫一式式書桌、座電踏背面段蓋讀式袋別、	背氣、，，片桌式為袋筒面小，，調且報放桌四整燈可枕書立有由調台、頭、有座面可小板和式遥別桌成有踏靠動側特且構遥
8.客車箱內設施	行李架、車況顯示、塑膠地面。	透明行李架、光、衣掛況非射燈帘雜、誌車毯拉直式窗、掛、地毯架、擋衣示、顯	行李架、小台燈、拉式窗帘、地毯。
9.視覺感受	較壓迫	透明化、舒適	舒適
10.噪音	較少山洞	無壓力變化	山洞多，壓力變化大

財団法人　鉄道総合技術研究所

人間科学関係研究組織

（93年4月現在）



テーマNo.	期間	テーマ名
P31512	91／93	曲線乗心地に関する基礎的検討
P41212	90／93	在来線160km/h 運転の信号方式と運転疲労
Q55633	91／93	踏切シミュレータの開発
Q55643	92／93	中長距離旅行における交通機関選択行動に関する研究
Q55644	92／93	車両検修作業の快適性向上に関する人間工学的研究
Q55648	93	入換作業における安全対策の検討
R55836	91／93	ビジュアルシステムを用いた人間科学的評価手法の開発
R55838	91／93	鉄道における安全対策コンサルテーションシステムの研究
R55842	92／94	自動化システムにおけるヒューマンファクター
R55843	92／93	高減速および衝撃力が人体に与える影響の解明
R55846	92／94	振子車両の生理心理学的研究
R55847	93／97	不安全行動発生メカニズムの解明
R55849	93／97	運転士の作業負担評価手法の研究
テーマ合計		
（受　託）		C/5001
（コンサル）		
（その他）		

visual system

human factor

mechanism