

001760 ~~XXXX~~

航空衛生

著者 Ф. Г. Кротков

譯者 石川・胡崗一

校譯者 王玉麟

軍委衛生部出版

1 9 5 1

94.28

★ ★
版 權 所 有
不 准 翻 印
★ ★

航 空 衛 生

著 者 ф. Г. Кротков

譯 者 石 川 胡 尚 一

校 譯 者 王 玉 麟

出 版 軍 委 衛 生 部

發 行 軍委衛生部教育處編譯出版科

印 刷 華 北 軍 區 政 治 部 印 刷 廠

公元1951年7月 日 出 版

航空衛生

快速飛行

使用 1 小時 450—500 公里之大的飛行速度的飛機，乃是戰鬥飛行發達之現階段的特性。

直線運動時，即或是速度非常大，假如速度在大小與方向這點上沒有什麼變化時，那麼對於人類生活機能的作用上，是沒有什麼影響的。頂風之力學的壓力及其冷却作用，對於快速飛行來說不是一個特殊的問題，與防護風及寒冷相關聯，在一切的飛行中都被研究着。研究與預防速度的大小與方向的變化對於搭乘員的作用，這種作用在文獻上稱爲『加速度對於生體的作用』而記載着），乃是對快速飛行之醫學保證的主要特性。分類加速度時，可分爲直線加速度，曲線運動之〈正常〉加速度及角加速度。

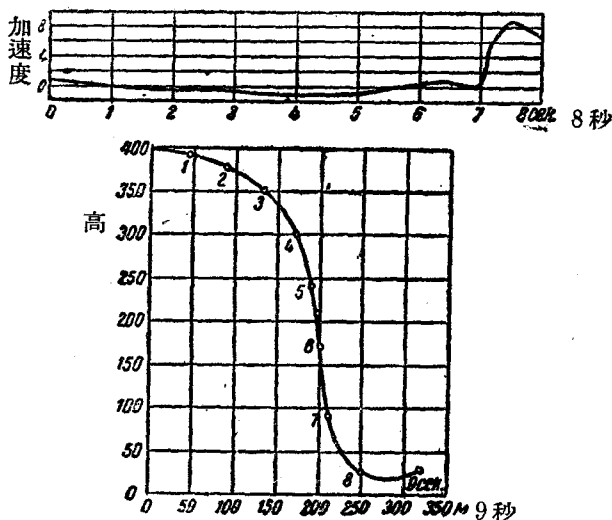
在單位時間內直線運動的速度的增加（或減少），稱爲直線加速度。普通以 1 秒鐘幾公尺來表示直線加速度。在重力作用下，物體自由降下（在真空裏）時的加速度，是實際航空中測定加速度的很合適的單位。在緯度 45° 時爲 9.81 米/秒（近似整數 10 米/秒）。g 字母爲一般所使用的重力加速度的標記。因此，2g 的加速度大約等於 20 米/秒（較比正確來說是 19.62 米/秒）。用放射器發射飛機時，滑空機牽引飛行時，使用落下傘降落當落下傘打開時，發生直線加速度的作用。此時所發生的惰力，在頭兩個例子裏，是由前向後，在最後的例子裏是由頭向腳作用於人體。

曲線運動時所發生的惰力稱爲『遠心力』，其作用的方向是沿着曲線的半徑（垂直線），由圓心向圓周。遠心力的加速度——曲線運動的〈正常〉加速度，由下述公式計算之：以秒公尺爲單位來

計算時，爲 $a = \frac{V^2}{gr}$ 即 $\frac{V^2}{10r}$ ，以 g 爲單位來表示時，爲 $a = \frac{V^2}{r}$ 。在這， V 爲運動的直線速度， r 爲急轉彎或環飛等的曲線半徑。假如遠心力與重力的方向一致時，則加速度增加，二力相反時（在翻逆飛行時能够發生）則減小。

由上述公式我們可以明白，在曲線半徑減小時或運動的直線速度增加時，則《正常》加速度增大。在由垂直降下反轉於上昇時，《正常》加速度達於最大。在大多數的時候（翻逆飛行例外），飛行時的遠心力是由頭部向脚部。

在曲線運動的線速度發生變化時或曲線半徑發生變化時，角加速度發生變化。差不多在所有形象裏，都發生角加速度，其運動由直線加速度及《正常》加速度構成之（第1圖）。

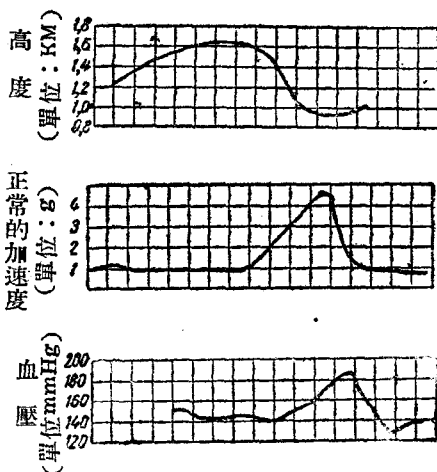


第1圖 垂直下降時的飛機經路與此時所發生之遠心力加速度大小的曲線 (Шыбэпр)

根據加速度的作用所惹起之生活機能作用上的變化性質及程度，基本上可由下列諸種情況決定之：a) 加速度的方向對於人體的 b) 加速度的大小，c) 時間及 d) 加速度大小的增加的速度。

由頭向腳這個方向的惰力對於生體的作用，最被廣泛研究。此時，惰力能够達於最大，並且持續時間也最長。此時血液將轉移於相同的方向裏。結果，遂能看到心臟活動的困難與一時性腦貧血的現象。加速度的大小比較小時（3.5—4g），視覺障礙（◁ 兩眼發黑 ▷——法國人的 ◁ voir noir ▷）是最為常見的徵候，它的原因不是腦貧血，可由網膜貧血說明之。在嚴重時，可見知覺喪失。

引起這些障礙的加速度的作用之大小及時間，顯示着因人而異的動搖。但是，大部分的著者都同意在數秒鐘的經過裏 4—5g 為最大容許數用值。在數秒鐘內可以耐住達於 9 g 的加速度，有時甚至於不發生任何損害。在這種暫短時間內的不太大的加速度，似乎並不促進血液循環障礙（第 2 圖）。





第2圖 加速度緩慢增加時血壓及脈搏數的變化
(Шуберт)

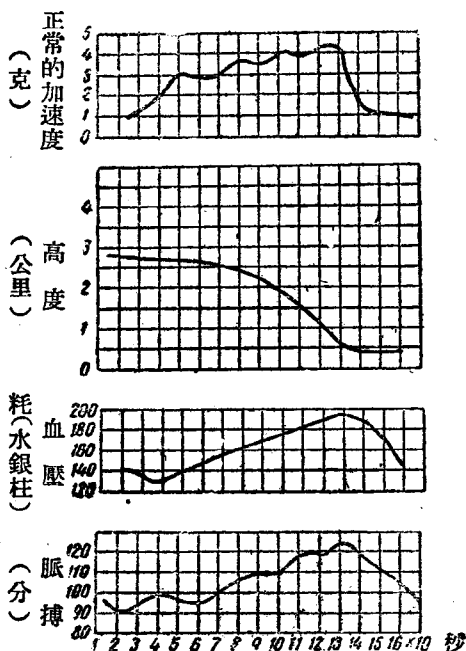
從腳向頭部的加速度（《逆負荷》），似乎忍耐力較小，在這裏最大容許限度為2—3g。最常見的徵候為視野發赤。

當加速度迅速達至其最大值時，因為血壓之反射上昇，腹壓及下肢肌的收縮等代償現象均來不及發生，所以血液循環的障礙是更為顯著（第3及4圖）。非常迅速增加的較大的加速度，被稱為《氣體力學的打擊》（例如舊式落下傘的張開時，及有時由垂直下降轉變為《急遽上昇》時）。美國所記載的技藝飛行時的例子，很明顯地也是屬於這些例子裏，此時當飛機急劇停止之際，負荷的大小達於 10.5g，駕駛員以腦震盪症狀入院。

腹壓構成肌及下肢肌的訓練，屬於預防對策之一。從頭部向腳部的過度負荷發生作用的瞬間，這些肌肉所發生的同時性收縮，能够緩和心臟的機能。只在快速飛行的過程裏，才能作到心臟血管系統的訓練。Дирингсгофен 推獎着當過度負荷發生作用時，將大腿向腹部加壓，頭部向前傾。取《收縮》的體位。

最後，Маршаль 並提倡了當過度負荷發生作用時，使用自動壓迫腹部的特別帶，但在實際上，一部分因為使用不方便，一部分因為它的作用緩慢，所以該提倡仍然沒有符合於期待。

以斯大林同志為名的體育研究所發明了一種特別的身體練習系統，用來提高身體在對於過度負荷之耐過性，此提倡雖極有興趣，但仍然有待於實際的試驗。



第3圖 依遠心力加速度作用時間的如何，飛機內的脈搏與血壓的曲線 (Шыбарт)

高 空 飛 行

作為每日的飛行作業，現在實施着海拔 5—6000 公尺以上的高空飛行。在這樣高空中的大氣條件，對人體提出很多的新要求。這些條件的基本特點如下：大氣壓的降低，氣溫及氣濕的降低，『能』的增加及太陽輻射光譜的變化，宇宙線輻射及空氣游子化的變化。最後兩個要因對於人體的作用，尚未被充分研究。

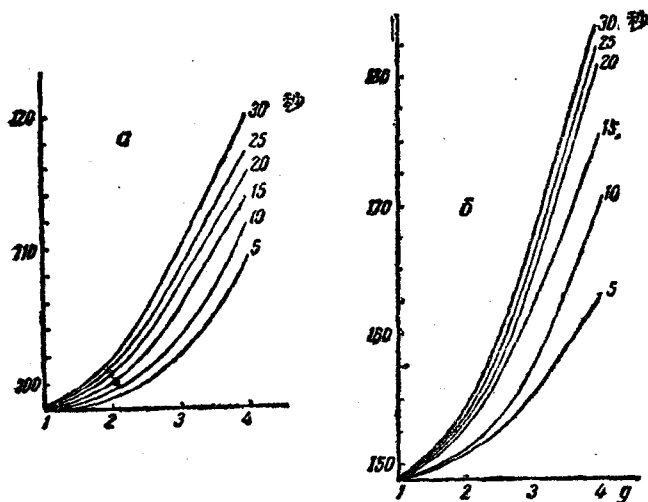
合理的被服能够滿意地從低温的作用中防護身體。在具有獨特運動的所有飛機裏，疾風與低氣溫在基本上抵消了太陽輻射『能』

的增大的作用。但是太陽輻射這種因子對於上升到很大高度的自由氣球中的乘員，有着一定的意義。爲了防護太陽輻射對於視覺器官的有害作用，可使用特殊的眼鏡及濾光器。

氣濕 在6—7公里高度上的氣濕，它降低到直接地面上的氣濕的3—5%。氣壓下降時水分的蒸發速度增加，所以如果在高空中心肺換氣增大時，則空氣的乾燥也使肺之水分喪失量增大（5000公尺高空時，增加2倍以上）。在極高的高空裏有時所看到的鼻出血及鼻咽部的出血，常能由於上部呼吸道的乾涸說明之。製作高空呼吸器時，必須考慮到吸氣中的空氣濕度。須要附帶說明的一點，就是通過呼吸道所喪失的大量水份，能被生體很好地代償，以致在6000公尺的高空中血清的濃度在實際上並不發生變化。

1分鐘之脈搏數

水銀柱耗



第4圖 加速度迅速增加時的血壓與脈搏數的變化
在高空，大氣壓力的降低對人體提出重大的要求。

高空的氣壓由於每天、季節而變化，此外根據地表面上的各種不同情況亦有不同。所謂『國際標準大氣』上所載的資料，能應用於實際的目的上。該資料決定出下述的各種高空的氣壓值。

海拔高度	0	2	4	5	6	7	8	9	10	11	12
氣壓（水銀柱耗）	760	596	462	405	354	309	267	231	198	170	145

從很久以前，在高山學術探險中就研究了低氣壓對於人體的影響。但是只有在所謂高空室裏人工地造出了低氣壓之後，該研究才發生了最大的效果。在研究高空飛行對人體的作用上，高空室發揮了很大的意義。高山的攀登，要求着肌肉『能』的長時間與巨大的浪費。在飛機裏，在幾分鐘內人即能上昇於很高的高空裏，對此，並不需要那樣大的肌肉努力。這些條件，在高空室裏能够很圓滿地加以再現。用真空唧筒吸出空氣，能够達成高空室內的氣壓降低。同時，利用通氣，室內能够進入新鮮的外氣。調節着空氣的吸出與空氣的侵入程度，能將室內的壓力下降於一定的水準上或用希望的速度再將壓力提高上來。

氣壓降低的機械性作用，首先出現於胃腸道、中耳，以後並能微弱程度地出現於副鼻腔裏。

歐氏管（耳咽管）的通過性不充分時，或鼓室呈現粘連時，入於鼓室中的空氣則出現膨脹，找不到出口遂壓迫鼓膜。此時，根據歐氏管不通氣的程度及壓力的大小與速度的如何，在自覺上能够出現閉塞感、壓迫感，有時並能感覺耳內激痛。在他覺上能够看到鼓膜充血、某些時候的鼓膜溢血，以及非常少見的鼓膜破裂。前額竇疼痛的病源也是一樣。預防的對策，除了對耳鼻咽喉器官的狀態施以醫療檢查外，還有鼻咽部隨意肌的訓練。輕度時，咀嚼運動及嚥下運動或能除去或能減輕耳的壓迫感。

腹部的疼痛機轉也大體相同。打膈或放屁時能够減輕這些疼痛。但在營養不合理時，或腸內的正常細菌叢發生變化時，當滯留於高空之際，在腸內能够不斷形成氣體。在高空中，比在地上的容

積還要大，遂壓迫腹腔壁。此時，即或沒有自覺的感覺，橫膈膜的位置也是呈高位的狀態，此種事實本身就使肺活量減少，並使深呼吸發生困難。西班牙共和國的高空飛行士，在某一個時期裏沒有遵守食物營養，所以在高空飛行時惹起了內臟的許多不愉快現象。

由於空氣密度減低而發生的言語困難及啞聲，也屬於低氣壓之機械的作用裏。在 8—10 公里以上的高空，難以說話及吹口笛。

現在，仍然完全不瞭解在 10 公里以上的高空裏所看到的關節及肌肉疼痛的病因。儘管肺泡內空氣中的氧氣分壓相當高，但也發生上記的疼痛，所以難以認為與氧氣不足有關聯。這些疼痛有時多少伴有短時間的四肢不全麻痺。在實驗上一直確認到與潛水夫病相同。實驗中止時，這些疼痛或者是立刻消失而不遺留任何的自覺症狀，或者是從高空降下後持續 2—3 小時，此時，能夠看到壓迫時的痛苦與關節周圍軟部組織的輕微浮腫。有時甚至於能夠看到全身狀態的破壞（發熱，惡寒，呼吸促迫，困憊感，作業能力低下，迅速疲勞性，刺戟性的增高）。外部檢查時，可以看到發紺、皮膚浮腫與壓迫時的疼痛。

因為低氣壓時氧氣分壓降低的緣故，所以低氣壓對於呼吸及與呼吸有關聯的生活機能，能起很大的影響。此時，在中樞神經系、植物神經系及感覺器官上，能夠看到機能的變化。

除去上述的橫膈膜高位可以拿低氣壓的機械性影響來說明之外，欲以低氣壓的機械性作用（與『氧氣不足』無關的作用）來說明在高空裏所看到的這些生活機能的變化的想法，差不多都是不正確的。所謂『血液炭酸不足』這種現象即肺泡內空氣及血液內的二氧化碳分壓的低下，似乎是唯一的例外。與氧氣的不足沒有關係，即或是吸入含有大量氧氣的空氣，也能看到少許。血液炭酸不足的機轉，尚未被充分研究。橫膈膜高位所引起的肺活量的減少，在這似乎也起一些作用。當此種肺活量減少時，根據若干著者的意見，正常量的肺通氣在從生體中《洗滌》二氧化碳的意義上，惹起與血

液碳酸不足相同的效果。現在仍然難說這種說法有着何種程度的根據。高空中氧氣分壓降低時所發生的顯著程度的血液碳酸不足，與吸入的空氣內的氧氣不足有關係，所以和它一塊研究。

高空中的氧氣分壓的降低，只是由於大氣壓的降低才發生的。因為空氣的組成，至少在 19,000 公尺的高空內是不發生變化的。成層圈用飛行船《СССР-1》飛行時，對於在 19,000 公尺的高度所採取的空氣的調查，顯示了上述的事實。從國際標準大氣數字出發，我們獲得了各種高空大氣中的下述氧氣分壓數值。

海拔高度（耗） 0 2 4 5 6 7 8 9 10

氧氣分壓（水銀柱耗） 160 125 98 85 75 65 56 48 43

肺泡內空氣的組成，在原則上在水蒸氣的飽和性、二氧化碳分壓較高與氧氣分壓較低這幾點上，不同於大氣的組成。

肺泡內空氣中水蒸氣的張力，在體溫之中，約為水銀柱 47 耗，高度即或上升這個張力在實際上也並不發生變化。換氣過度顯著時，水蒸氣的張力，能下降一些。但此下降比大氣壓的下降緩慢，因此，遂增大了肺泡內空氣組成中的水蒸氣量。此種情況當然助長了氧氣分壓的降低。

此外，肺泡內空氣中的二氧化碳的分壓（正常值約為水銀柱 40 耗），隨着高度的上昇而降低。大氣壓每降低 100 耗時，二氧化碳分壓平均降低 2.5 乃至 4 耗。此種情況，基本上是由於從生體中驅逐二氧化碳的肺換氣增大而發生，而且對於生體還是一種有益的適應，因為這樣一來，能够遲緩肺泡空氣內氧氣分壓的降低之故。

從上述各種情況來看，很明顯的肺換氣的增大對於生體是有意義的。血液中氧氣的張力減小的結果，似乎反射的由頸動脈球惹起肺換氣的增大。肺換氣的增大，可增進着氧氣的進入肺臟，刺激着血液循環，使氧氣易於從肺中進入血行。但是在 4000 公尺的高空時，單靠此代償機能本身即不能充分保證像最初那樣的氧氣供給量了。多數的研究告訴我們，在 4000 公尺以上的高空時肺換氣無論

如何增大，除去很少的例外，決不能達到這樣程度，即足以使人工地導於 760 耗壓力的肺換氣停留在不比地上壓力小的程度。也就是高空中的人工換氣，經常是比地上壓力為低的。在空氣的逆流與旋風的作用中未加保護或者保護較弱之高空搭乘員，比在高空室或在山上，肺換氣能增大一些。

高空中的肺換氣的增大不充分以及有時的減少，對於高空飛行士來說，是一種很大的危險。因此有很多研究者使用各種藥劑對於高空中的呼吸試驗着給與刺激。此種藥劑中有氯化銨及磷酸銨。比較大量使用後，獲得了令人滿足的結果：即使用氯化銨時，在上昇於高空以前，必須一晝夜用 3 次，每次 5 克；磷酸銨必須服用 6 克。同時，但需要考慮到，這些藥物許多都是有緩瀉作用的。

當呼吸加深或頻度增加時，則肺換氣增大。對於高空飛行士來說，深呼吸最為適當。與頻繁的淺表呼吸相比，深呼吸能夠保證肺的最深部換氣，保證全肺胞內的氧氣分壓均等並保證從肺內流出的動脈血中之氧氣具有較高的張力。

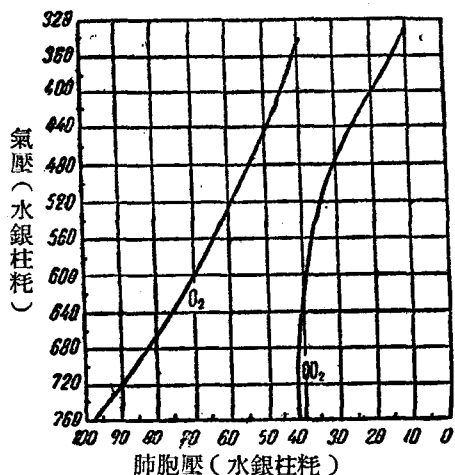
系統的體育訓練的結果，能夠達到均等的深呼吸。

吸入氧氣或富於氧氣的空氣，是使肺胞內空氣之氧氣分壓上昇的最有效的方法。在 10,000 公尺高空（氣壓 200 耗），如果只吸入純粹的氧氣時，肺胞內空氣的氧氣分壓近似於地上所看到的大小。在 10,000 公尺以上時，即或是吸入純粹的氧氣，肺胞內空氣之氧氣分壓也是減低於標準以下。此時，肺內水蒸氣的張力，實際並沒有什麼變化，二氧化碳的分壓，比較緩慢地下降，二氧化碳與水蒸氣壓力之和，用自動的壓力計可以計算；氧氣分壓不得超過剩餘數。例如在 12,000 公尺的高空時，壓力計指示於 145 耗處，水蒸氣的張力為 45 耗；二氧化碳壓為 30 耗时，則在吸入清淨氧氣的條件下，氧氣分壓不得超過於 $145 - (45 + 30) = 70$ 耗。實際上，氧氣分壓能比這還要低，海拔 10,000—11,000 公尺高空之肺胞內空氣的氧氣低分壓，能夠再度引起肺換氣的增大與肺胞內空氣之二氧

化炭分壓的相應減少（第5圖）。

氧氣通過肺血管膜之擴散的速度與大小，左右於肺血管膜表面的大小、厚度以及兩方面（肺胞內空氣與血液中）氧氣分壓的差異與最後的循環速度的如何。根據 Баркрофт 所看到的，在陸地上擴散係數較大的人，比其他的人能够較好耐過高空的氣候。適應於氣候的人之擴散係數，仍然要比平均值為高。在各種方案中，大部分的著者指出，合理的身體練習能够助長擴散係數的增大。

使心臟血管系統的機能發生變化，對於氧氣往組織運搬上，有着決定性的意義。所謂『心臟分間容量』的增大，也就是在一分鐘內心臟往血管網中所擴散的血液容量的增大，在這些變化中是最為重要的。在達於3,500—4,000公尺的高空時，立刻開始此增大，並在高空滯留時間裏陸續增大，此時，分間容量有時竟能達於上昇於



第5圖 在各種高度，肺胞空氣內的氧氣及二氧化碳的分壓（據 Баркрофт）

高空以前的 100%。因為『心臟分間容量』增加了，所以多量的血液遂能通過肺毛細管，在這裏並能被氧氣所飽和。因為此種情況，遂增加了血液所運搬的氧氣量。此外，當通過於大循環毛細管內之血流速度增大時，毛細管內的氧氣張力能够降於最小限度。因此，組織遂在較高的張力下接受氧氣，此種情況對於中樞神經系統尤其重要。

心臟收縮量的增加以及脈搏的加速，均能增大『心臟分間容量』。對上昇於高空中的人們作醫療檢查時，脈搏數是一種普通的指標，但不一定是充分的指標。

脈搏的頻度非常迅速地增大而皮膚及可視粘膜出現蒼白時，這是代償機能開始發生障礙的普通徵候，在 10,000 公尺以下的高空中吸入氧氣時，能够除去脈搏數的增大。此時，有時竟比陸地上的脈搏還要少。不止一次地看到了，高空飛行士反復地進行高空飛行時，其在高空中的作業能力提高與自覺狀態良好。此時，能够發生對於高空之獨特的『氣候順應』。提高對高空飛行之忍耐性的各種方法，也正是根據此種氣候順應的機轉。

下述各問題正是此種方法：有系統的高空飛行，高空室內的訓練與在普通的大氣壓中吸入降低氧氣含有量之混合物的訓練。以研究氣候順應過程本身的機轉為基礎，對於以上這些方法遂能作出比較的評價來。

心臟分間容量的增加，只在滯留於高空中的最初數日間，才是氣候順應的主要機轉。以後，遂讓位於對生體有益的比較安定的、血液的『氧氣容量』或『呼吸表面』的增大。

血液呼吸表面的增大，很明顯的用下述兩個方法能够達成：即①單位時間通過器官之循環血液量的增大，②赤血球的濃度即 1 立方耗中赤血球含量的增大。

在上昇於高空中的最初數日間，即能看到循環血液量的增大。此時的增大，一部分是由於當氧氣不足時，植物神經系的緊張力的

增大血液從各種貯藏所，首先是從脾藏中進入於循環系統中而發生。同時，因為從貯藏所中進來的血液並且還有着較多的赤血球，所以1立方耗中赤血球含有量也增加了。以後，循環血液量雖有時減少一些，但是經常是停留於最初的數量以上，赤血球量及血紅素量不斷增加，血液的呼吸表面也增加，這樣，一個月遂達於平均的最大限。

現在，我們可以確實地認為在長期間的氣候順應過程中，造血的強化能夠引起赤血球及血紅素的增加。

骨髓對血液中氧氣張力的少微低下，極為敏感。

血紅素含有量的增加，常常略遲於赤血球數的增加。但是如果循環血液量也同時增大時，血紅素的總量遂顯著增加。

血液中血紅素含有量的增大，同時還意味着血液緩衝性的增大。

從外表上來看，高山的野營訓練，似乎是提高對於高空飛行忍耐性之最有效果的方法。但是在此種野營中滯留2—3星期的結果所達到的血液中血紅素含有量的增加，從野營歸來經過15—20日後即將消失。因此，所達成了的氣候順應如果不能用有系統的高空飛行來維持時，則需要用某種形式加以反覆訓練。但因此種方法非常昂貴，所以在任何地方也都是不能應用的。系統與長期的高空飛行，能夠增加血液的氧氣容量，在提高對於高空飛行的忍耐性上，能夠給與獨特的效果。但是此種方法也是昂貴的。此外，飛行的氣候條件也不是經常能夠保證規則正確的訓練的。

最近，高空室內的訓練稍微普及了。

在5000—5500公尺的高空內滯留30分鐘——3小時，在每次上昇之間，間隔2—3日，在高空室內實行系統的『上昇』時，能夠看到血液中的白血球、血紅素以及赤血球含有量的穩步的增加。9次上昇之後所達成的血紅素及赤血球的含有量，在訓練完了以後仍然繼續保持着，經過18—25日以後，才復原於最初的大

小。因此在高空空中進行有系統的上昇練習，雖然是短時間的，但却能有顯著的效果。最後，吸入氧氣含量較低之混合氣體，也能得到與低氣壓作用相同的效果。但是爲了達到這個目的，需要製作一種根據 Гендерсон-пирс 的再呼吸器原理而發生作用的適當器械，這是因爲實際檢查裝於袋中的這種混合物時，能發生不良結果的原故。

停留於高空時，特別是在氣候順應過程中，所看到的重要症狀之一，是儲藏鹼的減少，其原因仍未完全明瞭，大部分的研究者以爲這是從生體中驅逐二氧化碳的結果所發生之氣體性鹼量過度的代償性適應現象。此代償機能一部份是由於在高空腎臟排泄酸性小的尿，另一部份是由於血液有形成份中的需氣性糖分解加強之故，因爲這種原故遂使與鹼之相對剩餘有關聯之乳酸充滿於血液中。

此外，鹼儲藏的減少，亦可能因爲某些乳酸、胺基酸等未完全氧化之酸性產物蓄積於組織內而後又蓄積於血液內之結果。

在氣候順應的過程中，鹼準備的減少能夠助長肺換氣的強化，肺泡空氣內 CO_2 分壓的降低以及 O_2 分壓的增大。

同時，鹼準備的減少還能降低血液的緩衝性，並使血液的反應變成比較不安定。但在氣候順應的過程中，此種情況由於上述的血液中血紅素的增大即能得到部份的代償。

在高空的低氣壓的作用下，氧氣需要量在本質上並沒有發生變化。但在自由氣球中之太陽輻射『能』的增大，能在本質上增大基礎代謝。

常常能夠看到生體顯著增大對於糖負荷的耐力：內服通常能夠引起糖尿那樣量之糖分時，在高空也不能發生糖尿。同時，血糖過多曲線之高度也減低。此現象的機轉還不明瞭。可能是在此種情況下，胰島素的效果增大了。

在氣候順應的過程中，主要由於造血的強化，氮氣的同化也增大了。但是不吸入富於氧氣的空氣，迅速而且短時間地上昇於較高

的高空中時，蛋白分解能够加强。根據高山學術探險隊以及長時間高空飛行的經驗，我們都知道食欲低下的現象。最先是降低了對於肉類的食欲，對於甜味的食欲持續最長。我們一再地看到了上昇於高空之前攝取糖分時，能够發生良好的作用。其作用似乎與肺換氣的增大有關。爲了這個目的，在高空飛行士的定量食品中推獎着增加酸性水果之量。

在高空飛行士的營養制度上，不得忘却下述的情況：就是當氧氣不足時能够發生胃液的分泌量及其酸度的減少。因此，最好在飛行之前 1 小時半乃至 2 小時攝取最後的食物，以便在開始飛行時最大限度地引起胃液分泌。此外，還應當選擇最容易消化的食物。

假如沒有採取與氧氣不足作鬥爭的手段時，而且生體的代償機能不充分時，則在中樞神經系統的最高精神機能上能够看到反應。

此反應表現爲興奮與抑鬱相交替。有時能够看到近於快意的狀態。在比較重篤時，以精神頹萎、嗜眠、作業能力減低爲主，有時亦有以頭痛及噁心爲顯著者。最後，在高度的氧氣不足時，遂開始出現意識喪失。在氣候順應過程中，這些症狀能顯著被代償。對於氧氣不足非常敏感的視覺器官，其機能破壞正是帶有着此種性質。視覺器官的機能破壞爲視力低下、視野狹窄、調節與輻輳作用的減弱以及色神的低下。這些症狀的程度雖然比較微弱，但在 3000—3500 公尺的高空中即能出現，高度越上昇症狀越加重。

氧氣不足時，聽力也能降低一些。但是此種變化的出現比較輕微。

幸而我們具有着在高空與氧氣不足作鬥爭之強而有力的手段。在 10000 公尺以內的高空裏，吸入富於氧氣的空氣，創設在任意的高度中不斷保持氣壓的密閉室或潛水服，正是此種手段。不利用氧氣吸入器時，不允許實行對飛機搭乘員能够引起嚴重後果的高空飛行特別是空中戰鬥的飛行。

帶有＜開放式＞面罩的吸入器