

【乗組員の健康管理サーキュラー】

- 循環器系 -

〔目次〕

操縦業務と循環器

- 1．循環器系の働き
- 2．循環
- 3．循環器の構成
- 4．心臓
- 5．脈管
- 6．血液の流れる順序
- 7．組織の酸素需要の増大に対する循環器系の適応
- 8．血圧
- 9．循環器系の疾患
- 10．循環器系疾患の検査方法
- 11．厚生統計データ

〔参考文献〕

操縦業務と循環器

循環器は、私たちの体にとって重要な構成要素のひとつであり、又、操縦業務を行う際にも重大事故を引き起こす可能性があるインキャパシテーション（航空機乗組員が何らかの理由によって操縦能力を喪失すること）の最も大きな原因（原因が明らかになっているもののなかで）のひとつとなっています。このことは、米国での調査（米国エアラインパイロットのインキャパシテーション 1965 - 1974 NTSB 調査）にもみうけられます。今回（第7，8合併号）は、航空身体検査項目のうち循環器系に関して、基礎的な解説及び航空身体検査マニュアルに記載されている疾患や検査方法について解説することにします。

（注）インキャパシテーションについては、昭和61年第2号に特集を組んでいますので詳しくはそちらを参照して下さい。

1．循環器系の働き

循環器系は、血液を媒体として酸素や栄養素を体の組織に運搬したり、各組織から二酸化炭素や尿素などの老廃物をうけとって肝臓や肺、腎臓等の排出機能をもった器官へ運搬する機能と 体温の調節機能の一部及び 内分泌機能の一部を担っている動的な閉ざされたシステムと考えられます。

2．循環

循環は、臓器や組織等すべての器官に栄養を補給するための大循環と、肺においてガス交換を行うための小循環（肺循環）に区別され、心臓を接点として互いに連結しています。（図1）

3．循環器の構成

循環器は、血液を送り出すためのポンプの役割をする心臓と、血液の運搬通路及び血液と組織の間のガス交換や物質交換を行うための脈管からなりたっています。（図2）

4．心臓

心臓は、丸みを帯びた円錐を横にたおした状態になっており、その先端部を心尖といい、底部を心基部といいます。その大きさは、個人差はありますが人の握り拳ぐらいです。

心臓の構成要素としては、次のものがあります。（図3）

（1）内腔

心臓内部の空間であり、血液が静脈から流入してくる部屋（心房）と、血液を動脈へ送り出す部屋（心室）に分かれており、各々左（左心房、左心室）と右（右心房、右心室）に分かれています。又、左の部屋と右の部屋を仕切っている中隔があります。（図4）

（2）弁

心臓は、ポンプの働きをするために、血液の逆流を防止するための弁がついています。弁は、心房と心室の間にある房室弁と、血液の心臓からの出口（心室と動脈の間）にある動脈弁に大別されます。

又、房室弁には、三尖弁（右心房と右心室の間にある弁）と僧帽弁（左心房と左心室の間にある弁）があります。動脈弁は、右心室の出口にある肺動脈弁と左心室の出口にある大動脈弁があります。（図5）

（3）心筋

心臓のポンプ作用は、心臓の筋肉が収縮することによって行われます。心筋の発達程度は場所により異なり（収縮するために必要な圧力が部位により異なるため）心房より心室、右心室より左心室の方が厚くなっています。

（4）興奮伝導系（刺激伝導系）

心臓は、規則正しいリズムで収縮と弛緩を繰り返すことにより、ポンプとしての働きをしています。このリズムの基本となる興奮は心臓自身の中でつくり、興奮伝導系により他の心筋に伝えられ、心筋を興奮させて収縮を引き起こしています。

興奮は、洞結節 心房 房室結節 ヒス束 左脚、右脚 プルキンエ線維 心室の順で伝導されます。（図6）

心電図（ECG）は、興奮時に発生する心臓の活動電位を記録したものです。

(5) 冠状血管

心臓自身も人体にとっては器官のひとつであり、それを維持するための血液が必要です。この様に大循環の部分循環として心臓を養うための血管を心臓冠状血管といいます。冠状血管にも動脈系と静脈系があります。

冠動脈系の病変により心筋への血流が減少したり、停止したために引き起こされた心機能不全を虚血性心疾患といいます。

(6) 心膜 (心嚢)

心臓を覆っている膜で外面は互いに交叉し合う丈夫な線維によって強化されているため、心臓が過度に伸張されないようになっています。

5 . 脈管

脈管は、心臓から送り出される血液の通路としての動脈と、心臓へ入ってくる血液の通路としての静脈と、毛細血管及びリンパ管で構成されています。(図 7)

動脈も静脈も、心臓の近くは太く、心臓から離れてゆくに従って、枝分かれしてだんだん細くなってゆきます。

毛細血管は、動脈と静脈を結ぶ血管で、細胞組織との間でガス交換、老廃物の吸収、栄養の排泄を行っています。

リンパ管は、組織液 (細胞間を満たす液体成分) の静脈への還流を助ける通路で、毛細血管領域から静脈へつながっています。

6．血液の流れる順序

酸素に富む血液を動脈血化されているといい、酸素に乏しい血液を静脈血化されているといいます。

動脈血化された血液は、左心室から送り出され大動脈と通って全身へ流れ、静脈血化された血液となって大静脈を通過して右心房へ流れ込みます。(大循環)

静脈血化された血液は、右心房から右心室へ入り肺動脈へ送り出され、肺の中でガス交換されて動脈血化された血液となって、肺静脈を通過して左心房へ流れ込み左心室へ送り込まれます。(小循環)(図8)

7．組織の酸素需要の増大に対する循環器系の適応

運動時には安静時に比べて、体の組織が必要とする酸素の量が増加します。その酸素需要の増大に対する循環器系の適応は、次のふたつの方法によりなされます。

ひとつは、血流量を増加させることにより、各組織へ流れ込む血液の量を増加させ必要な酸素を補給します。

ふたつめは、組織へ流れ込む血液の量に対して、酸素をとりこむ率を増加させ必要な酸素を補給します。

この両方の適応機構が正常に保たれることにより、体の組織が必要とする酸素が補われることとなります。

8．血圧

血圧は、血液が血管壁に及ぼす圧力であり、測定部位によって動脈血圧、静脈血圧、毛細血管圧に分けられますが、一般的に血圧といった場合は動脈血圧を指し、身体検査基準に規定されている血圧も動脈血圧を意味します。

心臓が収縮した時に血液が急に動脈に入り、脈管内の圧力が最も高くなった状態の血圧を収縮期血圧といい、心臓が拡張した後脈管内の圧力が最も低くなった状態の血圧を拡張期血圧といいます。

収縮期血圧は通常、臥位、坐位、立位の順で低くなりますが、その差はわずかであり立位で著しく低くなる場合は血管運動神経不安定、又は循環機能不全が考えられます。

血圧の測定法にはいくつかの方法がありますが、皮膚の上から圧力をかけて(血流がとまる程度)徐々に圧力を抜きながら脈管から発する音の変化を聴き、血圧値を読む聴診法が一般的に用いられます。

聴診法によると第1点を収縮期血圧とし、第4点又は、第5点を拡張期血圧と

しています。(航空身体検査マニュアルによると「拡張期血圧はスワンの第5点をとるが、第4点と第5点の値が著しく異なる場合は、第4点の値も()を付して付記すること。」となっています。)(図9)

9. 循環器系の疾患

本項では、航空身体検査マニュアルに記載されている循環器系の疾患等についてマニュアルに沿って簡単に解説します。

(1) 心筋障害

心筋梗塞：冠状動脈の閉塞又は急激な血流減少により、心筋の壊死を生じたものをいいます。発作時には持続性の激しい狭心痛、悪心、嘔吐、冷汗、ショックなどがみられます。

狭心症：心臓部とくに胸骨下部の疼痛発作をおこす症候群をいい、冠状動脈の血流量を減少させるような基礎疾患があるときに、これをさらに減少させる要因(心不全、運動負荷等)が加わった場合に起こりやすいといわれています。

(2) 先天性心疾患

チアノーゼ群：動脈の血液の酸素飽和度が低下して、末梢の血管の中に還元ヘモグロビンが増加して皮膚粘膜が青色を帯びる他覚的症状をいいます。

(3) 後天性弁膜疾患

弁狭窄症：弁の開口が狭くなった状態をいい、その発生場所により大動脈弁狭窄症や僧帽弁狭窄症といわれます。

弁閉鎖不全症：弁の縁が短くなって閉鎖に際して互いに完全に接しなくなった状態をいいます。その発生場所により大動脈弁閉鎖不全症、僧帽弁閉鎖不全症、三尖弁閉鎖不全症といわれます。

(4) 脈拍及び調律異常

上室性頻拍：洞結節以外の部分より刺激発生がおこり脈拍数が1分間に100以上に増加するものを頻拍症といい、刺激発生部が房室接合部又は心房にあるものを上室性頻拍症といいます。

心房粗細動：心房が規則的な興奮をおこさず、心房壁が細かくふるえる状態を心房細動といい、心房の興奮が1分間に250 - 350のある定まった頻度であられるものを心房粗動といいます。

多源性心室性期外収縮：基本となる調律の間にまじって、心房又は心室の興奮

が予定より早くおこるもので、発生源により上室性と心室性に、発生場所の数により一源性、二源性、多源性に分類されます。

興奮伝導障害：興奮伝導系のどこかで興奮の伝導が障害（遅延又は途絶）されるものをいいます。その障害場所により、心房でおこるものを房室ブロック、左脚でおこるものを左脚ブロック、右脚でおこるものを右脚ブロックといい、障害の度合いにより第1度、第2度、第3度の房室ブロックや完全、不完全の脚ブロックに分類されます。

WPW 症候群：心房と心室の間で通常の興奮伝導路以外に伝導路（副伝導路）があるものをいいます。頻拍発作がおこりやすいといわれています。

（5）心不全

心不全：心臓自体に障害があるため、全身の器官に必要な量と質の血液を循環させることができなくなった状態をいいます。あらゆる心臓疾患の末期の症状といわれています。

（6）脈管障害

動脈瘤：動脈の壁が部分的にこぶ状に拡張したものをいいます。進行すると破裂し、それを放置すれば死にいたることになります。

静脈瘤：静脈が迂曲し、内腔が拡張したものをいいます。逆流を防ぐためにある静脈内の弁に不全をきたし、静脈血の心臓への還流が妨げられます。

リンパ浮腫：リンパ管が閉塞し、組織間隙に組織液が蓄積された状態になったものをいいます。

10．循環器系疾患の検査方法

本項では、循環器系の疾患の検診に一般的に用いられる検査方法について簡単に解説します。

〔心電図〕：心筋は、興奮伝導系により伝導された興奮に基づき収縮を行うことは前にも述べましたが、その結果生ずる活動電位を、身体表面から2点間の電位差として記録した波形を心電図といいます。

心電図は、不整脈、心臓の転位、心筋の機能状態を知る上でも重要な検査法であり、その所見で、異常な場合には病的と考えられますが、異常が認められなくても心臓に異常がないと判定することはできません。

〔負荷心電図〕：安静時に異常が認められなくても、心臓に負担をかけることにより、潜在性の循環障害を発見することができます。

マスター二段階試験は、運動負荷法のひとつであり、右図の様な階段を、定め

られた回数だけ昇降させた後、心電図をとり判定します。

〔心エコー図〕: 超音波は、その伝達する物質の性質が変わる面で反射の度合いも変化する性質があります。この超音波の性質を利用して心臓の弁膜や心臓の壁の形態や運動を解析する検査法です。

弁狭窄、弁閉鎖不全、中隔欠損や心筋の肥大を検査するときに有効な検査法です。

〔タリウム負荷心筋シンチグラム〕: シンチグラムは、放射能分布図の意味です。タリウム（放射性同位元素）を注入すると、数分以内に心筋にとりこまれます。その分布状態を見ることにより、心筋の厚さや局所的に血流が減少する部位を知ることができます。心筋梗塞の部位や大きさを知ることができます。

〔冠動脈造影〕: 血管に造影剤（X線に対して吸収が大きいまたは、少ない物質）を注入し、血管の形態をX線写真で観測する方法を血管造影法といいます。冠動脈造影は、動脈硬化の診断に広く用いられています。

〔心カテーテル〕: 血管から心臓まで長いカテーテル（細い管）を挿入して、X線透視で観察しながら各部の心内圧や血液の状態、血液成分を測定分析することにより、血流量や血管抵抗、心臓の仕事量、中隔の欠損度合を算出して、弁の障害等を診断する方法です。

11. 厚生統計データ

最後に厚生省の統計より日本人の厚生統計データの中から有病率と死亡率に関するデータを紹介します。

〔傷病分類〕

- (1) 内分泌、栄養及び代謝疾患並びに免疫障害
- (2) 血液及び造血器の疾患
- (3) 精神障害
- (4) 神経系及び感覚器の疾患
- (5) 循環系の疾患
- (6) 呼吸系の疾患

- (7) 消化系の疾患
- (8) 泌尿生殖系の疾患
- (9) 皮膚及び皮下組織の疾患
- (10) 筋骨格系及び結合組織の疾患

おわりに

心身を健康に保つためには日頃の生活態度として「十分な睡眠をとり、適度な運動をして、規則正しく栄養のかたよりが無い食事を適量とりながら、喫煙をせず、小さなことにクヨクヨしない」で生活することが良いことは、今更述べることでもないかと思えます。しかし、皆さんの生活実態は、たまには徹マンをやり、付き合いのつもりがつつい深酒になり、職場や家庭でストレスを受け、自分は吸わなくても他人のタバコの煙に眼をしょぼつかせたり、ときには寝坊して朝食を抜いたり、体重を気にしながらも脂ののったステーキを注文したりと、多かれ少なかれ理想的な生活からはずれることがままあるかと思えます。

皆さんが航空機の乗員として安全に、健康を損なうことなく、より長期にわたり楽しく操縦業務を行うためにも、航空身体検査と日常の健康管理の在り方を自分なりに考えていただきたいと願います。

本、サーキュラーがその一助となれば幸いです。

〔参考文献〕

航空身体検査マニュアル	運輸省航空局	
民間航空医学マニュアル(邦訳)	(財)航空振興財団	
医学大辞典	南山堂	
心電図トレーニング第3版	小沢友紀雄著	中外医学社
臨床検査法提要 改訂第29版	金井泉原著	金原出版(株)
内科学書第5巻循環器疾患	中尾喜久監著	(株)中山書店
解剖学アトラス	越智淳三訳	(株)文光堂
図説・人体の構造 日本語版	大利昌久監修	(株)ほるぷ出版
心臓病 第5版	岡田一郎著	創元社
国民衛生の動向 昭和63年	(財)厚生統計協会	