



心肺康复

主审 毕鸿雁
主编 刘西花 李晓旭 刘姣姣



山东科学技术出版社

《心肺康复》编委会

主 审 毕鸿雁

主 编 刘西花 李晓旭 刘姣姣

副主编 邹建鹏 郝世杰 刘家潇 孙 超

编 委 (按姓氏笔画排序)

王万宏 王丽敏 孙文玉 李琳琳 杨玉如

陈玉潇 陈国明 娄天伟 徐朦婷 席晓明

曹海豪

前言

随着生活水平的提高，人们对生活质量有了新的要求，康复医学随之迅速发展。但目前，康复资源主要用于肢体康复，心肺康复没有受到重视，而好的心肺功能是所有康复的基础。人们对心肺康复的认识比较肤浅并存在一定误区：一是将心脏康复和肺脏康复割裂开来，尚未形成整体脏器康复观念；二是对于心肺康复应用仅局限在心脏疾病和呼吸系统相关疾病方面，未充分理解“心肺康复是一切康复基础”的内涵。

山东省中医院康复科作为国家中医药管理局中医康复能力提升规范化建设示范单位，在加强中医康复理论与技术的挖掘、传承、学习、实践的同时，砥砺前行，总结出一套技术运用合理、临床疗效突出的针对心肺功能障碍的康复流程。此康复流程实用、高效、可操作性强，希望给予基层康复工作者最直接的帮助。

本书以心肺功能障碍为纲，在分析功能障碍形成原因的基础上，融合了先进的康复理论、康复技术，提出了行之有效的康复方案，图文并茂、简单易懂。同时，将中医传统康复技术融合到提高心肺功能中，既突出中医的特色，又体现现代康复医学的优势，力求高效、规范。希望通过本书尽我们的微薄之力为中西医结合心肺康复事业添彩增辉。由于时间仓促，加之水平有限，本书疏漏之处在所难免，诚恳欢迎广大读者批评指正。

内 容 提 要

本书共分为九章，在分析心肺康复重要性的基础上，从中医和西医角度分别对心肺康复的理论基础、评估及治疗技术进行了详细介绍。内容主要包括常见心肺功能障碍及原因分析、基本的心肺康复技术操作及传统中医技术在心肺康复中的应用，对广大临床一线康复工作者具有较好的指导意义，丰富了康复治疗体系。此外，本书还对运动处方、常见疾病伴发的心肺功能障碍及康复策略进行了简单介绍，并进一步将心肺康复的应用范围扩展至重症患者和亚健康人群。

本书的写作重点是心肺康复理念及技术，书中的内容均出自临床一线康复工作者，重点突出、实用高效，是长期临床康复实践的经验总结。在传统康复的基础上，作者对完善常见疾病的心肺康复治疗体系进行了有益的探索，创新性地提出了脏腑经络导引术等原创技术，对于提高临床康复疗效具有重要的意义，填补了中西医结合心肺康复的空白。

目 录

- 第一章 心肺康复的生理学基础 / 1
 - 第一节 心肺单元的解剖生理学 / 1
 - 第二节 制动对心肺系统的不利影响 / 9
 - 第三节 心肺康复对循环及呼吸系统的影响 / 10
- 第二章 心肺康复的中医理论基础 / 15
- 第三章 心肺功能的评定 / 22
 - 第一节 评定概论 / 22
 - 第二节 心肺疾病的临床评定 / 22
 - 第三节 心肺功能评定 / 25
- 第四章 运动处方 / 43
 - 第一节 运动处方概述 / 43
 - 第二节 运动处方的主要内容 / 46
 - 第三节 抗阻训练 / 53
 - 第四节 柔韧性练习 / 55
 - 第五节 运动处方的制订与实施 / 56
- 第五章 心肺康复常用治疗技术 / 66
 - 第一节 改善肺通气技术 / 66
 - 第二节 气道廓清技术 / 81
 - 第三节 呼吸肌肌力训练 / 97
 - 第四节 运动训练 / 102
 - 第五节 其他技术 / 110

第六章 中医适宜技术在心肺康复中的应用 / 117

第一节 针灸技术 / 117

第二节 推拿治疗技术 / 121

第三节 太极罐疗法 / 125

第四节 耳穴疗法 / 129

第五节 五音疗法 / 132

第六节 中医导引术 / 136

第七章 常见疾病的心肺康复 / 149

第一节 高血压 / 149

第二节 慢性心力衰竭 / 156

第三节 冠心病 / 162

第四节 慢性阻塞性肺疾病 / 169

第五节 间质性肺疾病 / 178

第六节 脑卒中 / 182

第七节 脊髓损伤 / 190

第八节 急性炎症性脱髓鞘性多发性神经病 / 196

第九节 糖尿病 / 204

第十节 肥胖症 / 210

第十一节 非特异性腰背痛 / 216

第八章 重症患者的心肺康复 / 221

第九章 亚健康人群的心肺康复 / 236



第一章

心肺康复的生理学基础

心脏与肺相连，构成心肺单元，是氧气运输途径的中心组成部分。所有回到右心的血液都流经肺，然后输送到左心并被泵至冠状动脉和支气管肺循环。正因为这种相互关系，肺功能的改变可以导致心功能的改变，反之亦然。因此，详细了解心脏和肺部解剖，以及这些器官如何协同运作，对于心肺康复治疗的实践是很有必要的。

第一节 心肺单元的解剖生理学

一、心脏解剖结构及生理功能

（一）心脏的结构（图1.1.1）

心脏主要由心肌构成，有4个空腔，按照位置关系，分别为左心房、左心室、右心房、右心室。心房在上，心室在下，而且左心房只和左心室相通，右心房只和右心室相通。在心脏的4个腔中，左心室的肌肉壁最厚。左心房连通肺静脉，左心室连通主动脉，右心房连通上、下腔静脉，右心室连通肺动脉。概括地说，心室与动脉相连通，心房与静脉相连通。

心房和心室之间的瓣膜为房室瓣，只能朝向心室打开，保证血液只能从心房流向心室，心室和相连的动脉之间的瓣膜为动脉瓣，只能朝向动脉打开，保证血液只能从心室流向动脉。这样就保证了血液只能按一定方向

流动，即心房→心室→动脉，而不能倒流。

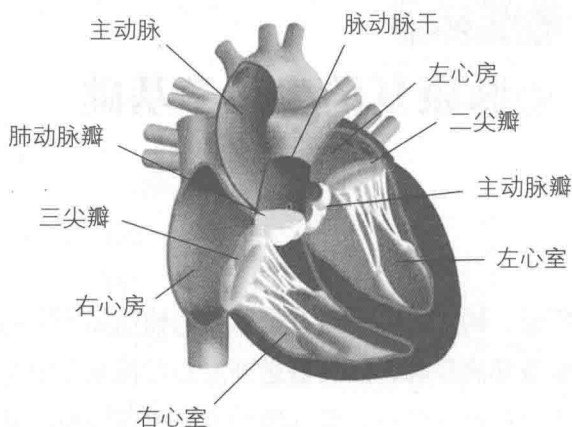


图1.1.1 心脏解剖结构

(二) 心脏的功能

心脏是由心肌组织构成并具有瓣膜结构的空腔器官，心肌发达，因而能够强有力地收缩，它和全身血管组成了人体的循环系统。血液按一定方向流动，周而复始，称为血液循环，心脏昼夜不停地收缩和舒张，推动血液在血管里循环流动。血液循环的主要作用是通过血液作为运输工具，把每天从食物中吸取的营养物质和从肺吸入的新鲜氧气，输送到人体各个组织和细胞，供其完成重要的生理功能。经细胞利用后，产生的废物及呼出的二氧化碳再通过血液携带到肺、肝、肾、皮肤等器官和组织排出体外，以保证机体新陈代谢不断进行。心脏还有自动调节功能，在人体活动量较大时，它泵出较多的血液以满足人体的需要，人体休息时，泵血相应减少。可见，心脏是人体的中心驱动泵，一旦停止跳动，血液循环就会停止，生命活动也会结束。

(三) 心脏的工作原理

左心房收缩时，心房内的压力高于心室内的压力，心房内的血液冲开房室瓣，分别进入左右心室。此时，两侧的动脉瓣是关闭的。接着，心房开始舒张，心室收缩，心室内压力超过心房内压力，这时，房室瓣因血液

推动而关闭，使血液不能倒流入心房。随着心室的进一步收缩，心室内压力继续上升，当心室内压力超过动脉压时，血液就冲开动脉瓣射入动脉。随后，心室舒张，心室内压力迅速下降，当心室内压力低于动脉压时，动脉内的血液流入半月形的动脉瓣口袋中，而使动脉瓣关闭，阻止动脉内的血液倒流入心室。心室进一步舒张，心室内压力继续下降，当心室内压力低于心房内压力时，心房内的血液冲开房室瓣进入心室，心房和心室都处于舒张状态，此时，房室瓣开放，而动脉瓣关闭，血液从静脉流入心房和心室。心脏如此不停地收缩和舒张，推动血液在血管内循环流动。

二、呼吸系统解剖及功能

（一）肺的结构（图1.1.2）

肺位于胸腔内，膈肌的上方，纵隔的两侧，左右各一，共分5叶，左2右3，是呼吸系统的主要器官，也是气体交换的场所。

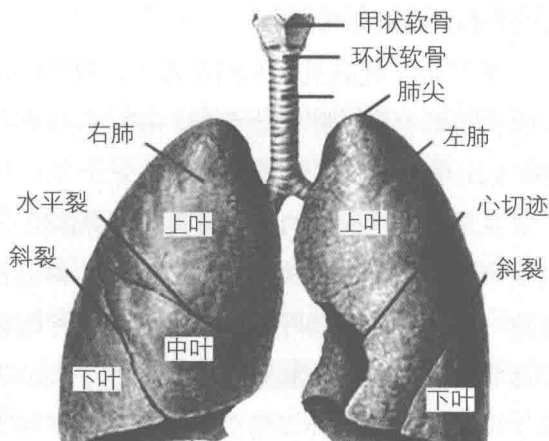


图1.1.2 肺的解剖结构

支气管入肺后形成许多树枝状的分支，逐渐变细，这些分支的结构与气管相似，但随管径变小、管壁变薄，软骨环逐渐变小，平滑肌逐渐增加。分支到细支气管口时，管壁的软骨环消失，管壁几乎全部由平滑肌构成，其收缩和舒张影响着细支气管口径的大小，从而控制进出肺内的气体量。细支气管分支到呼吸性细支气管时，其管壁的某些部位向外突出，形

成肺泡。

（二）肺的功能

呼吸系统的功能是吸入氧气，排出二氧化碳，呼吸过程包括肺通气、肺换气和血液与组织细胞之间的气体交换。呼吸分为外呼吸和内呼吸，外呼吸是外界空气与肺泡之间，以及肺泡与肺毛细血管血液之间的气体交换，即气体在肺部的交换，也就是人们常说的呼吸。内呼吸是气体在血液中的运输，血液的运行一方面把肺部吸入的氧及时运送到组织细胞，另一方面又把组织细胞产生的二氧化碳运送到肺毛细血管以便排出体外，是血液与组织细胞之间的气体交换，是细胞水平的呼吸。因此，医学上称肺是外呼吸器官，组织细胞为内呼吸器官。

（三）呼吸肌的解剖及功能

呼吸运动包括呼气和吸气两个过程，其动力来自呼吸肌。呼吸肌主要指膈肌和肋间肌，后者又包括肋间外肌和肋间内肌，胸廓横向扩张和收缩是肋间肌和膈肌收缩和舒张的结果。

1. 吸气肌 吸气是一种膈肌和肋间肌都主动收缩的运动。对于健康人而言，用力呼吸时也会有辅助呼吸肌参与。在某些状态下，辅助呼吸肌在吸气中的作用甚至比平静呼吸时更重要。

（1）膈肌：膈肌是呼吸过程中的主要肌肉。各种体位下大约2/3的肺活量由膈肌的运动提供。个人的体位决定膈肌的位置，仰卧位时，膈肌的静息位置提升，在这一体位进行平静呼吸可以达到最大呼吸幅度。然而，肺容量会因为腹腔器官位置升高压迫胸腔而减少。在坐位或者直立位时，膈肌被腹腔器官向下牵拉，从而使肺容量更大。因此，有呼吸短促症状的患者更喜欢坐位而不是斜靠位。

两侧膈由单独的膈神经支配，所以尽管两侧是同时收缩的，但一侧膈肌瘫痪不会影响另一侧。一般而言，瘫痪侧膈肌停留在膈肌正常静息位，但在深吸气时，瘫痪侧膈肌会被胸内负压牵拉向上。膈肌的收缩会增大胸腔的垂直径和横径。当膈收缩时中心腱被向下拉，随着膈肌下降，腹腔脏器会在腹壁运动范围内尽可能地向前移动。这种移动是由于膈的肋部纤维从肋缘连接处做垂直移动。因此，这些纤维收缩时肋骨上提并外翻。如果

膈位于低水平位，会改变膈的肋部肌纤维牵拉角度。肋骨被牵拉向中心时，这些纤维的收缩产生水平拉力使胸腔横径变小。

膈肌下降时，压迫腹腔脏器，使腹内压升高。下降的膈使肺容量增加的同时降低胸膜腔内压。这种胸膜腔内压下降的结果是产生吸气气流。腹腔和胸腔之间的气压差同时促进血液向右心回流。膈肌的运动在一定程度上可以被自动控制。歌唱家花费数年时间进行膈肌操控训练，因此在演唱时他们可以控制发声。屏住呼吸时，膈肌立即停止运动。另外，膈肌会不自主地参与分娩过程，并在排便时下降，还参与哭和呕吐过程。

(2) 肋间肌：肋间外肌起自上一肋的结节，向前下方走行，止于下一肋的肋软骨连结，并于此处和肋间前膜相连续。肋间外肌由肋间神经支配，收缩时将下位肋骨相对于上位肋骨向外上牵拉，这一动作可以增加胸腔容积。每侧还有11块肋间内肌，是主要的呼气肌。肋间内肌的软骨间或胸骨旁部分和肋间外肌在吸气过程中的共同收缩有助于抬高肋骨。除了呼吸功能外，肋间内肌的收缩还有在呼吸运动中防止肋间隙凸出或内陷的作用。

2. 辅助吸气肌 患者对辅助呼吸肌的使用程度取决于心肺疾病的严重程度。辅助呼吸肌主要包括胸锁乳突肌、斜角肌、前锯肌、胸大肌及胸小肌、斜方肌和竖脊肌（图1.1.3）。

(1) 胸锁乳突肌：胸锁乳突肌是起自胸骨柄和锁骨内侧的强壮的颈部肌肉。一侧胸锁乳突肌收缩时，头偏向同侧肩膀而面部转向对侧。两侧胸锁乳突肌同时收缩时，头后仰。头部固定时，胸锁乳突肌可以辅助上抬胸骨，增加胸腔的前后径。胸锁乳突肌是吸气时最重要的辅助肌。

(2) 斜角肌：前、中、后斜角肌被归为一个功能单元，其向上连接于颈椎横突，向下连接于前2对肋的上表面。斜角肌是颈部主要的支撑肌，但是可以通过反向运动辅助呼吸。当其上侧连结固定时，斜角肌在吸气过程中就成为上提前2对肋的辅助呼吸肌。

(3) 前锯肌：前锯肌有2块，分别位于身体两侧。起自前8或9对肋的外表面，之后向后走行，形成一块薄皮状肌肉后，止于两侧肩胛骨内侧缘。一般情况下，它们辅助手臂前推，就像出拳一样。肩胛骨固定时，前锯肌

作为辅助呼吸肌并将其连接的肋骨上提。

(4) 胸大肌：胸大肌有2块，分别位于身体两侧，起自锁骨、胸骨和所有肋软骨。胸大肌使肱骨内旋并将手臂拉向胸前，在攀爬和引体向上的过程中，胸大肌将手臂拉向躯干。当手臂固定用力吸气时，胸大肌通过将肋骨拉向手臂来增加胸廓直径。

(5) 胸小肌：胸小肌有2块，分别位于身体两侧。起自第3~5肋近软骨外表面，与前锯肌同时收缩将肩胛骨拉向胸部。深吸气时，胸小肌收缩，将其相连的肋骨上提。

(6) 斜方肌：斜方肌由2块肌肉组成，形成一个上至头部、下至背部、两侧达两肩的菱形宽肌。主要功能是在抬起手臂时旋转肩胛骨和控制手臂的自然下垂。斜方肌稳定肩胛骨的能力使它成为一块重要的辅助呼吸肌，其稳定能力是前锯肌和胸小肌上抬肋骨的保障。

(7) 竖脊肌：竖脊肌是从骶骨延伸至颅骨的肌肉，起自骶骨、髂骨、下胸椎及腰椎的棘突。竖脊肌分为外侧的髂肋肌、中间的最长肌和内侧的棘肌。竖脊肌沿途止于各块肋骨及椎骨，最后达颅骨。竖脊肌可以使脊柱伸展、侧弯和旋转。竖脊肌因伸展脊柱的功能而被称为辅助呼吸肌。深吸气时，使肋骨有更多的上抬空间。

3. 呼气肌 呼气是膈肌和肋间肌放松时的一种被动过程。膈肌和肋间肌的放松使肋骨恢复到吸气前的位置，同时膈肌上升。这些运动对肺产生压力，使肺内压高于大气压，从而有助于气体排出。

(1) 腹肌：腹部肌肉包括腹直肌、腹外斜肌、腹内斜肌、腹横肌，共同形成坚固而柔韧的腹壁，以保持腹腔脏器的位置。胸廓和骨盆固定时，腹肌对腹部施加压力。这种压力可以应用于排便、排尿、分娩和呕吐。深呼气时，腹肌辅助膈肌恢复静息位，由此使空气从肺中排出。骨盆和脊柱固定时，腹外斜肌通过向下、向内压缩下部胸廓辅助呼气。腹肌在咳嗽过程中占有重要地位。腹肌收缩升高胸膜腔内压，胸膜腔内压和大气压之间的巨大压力差使空气被大量、强力地排出（咳嗽冲击）。腹肌力量弱的个体（神经肌肉疾病、截瘫、四肢或肋间部大范围手术）通常会出现无效咳嗽。

(2) 肋间内肌：肋间内肌从胸骨前面开始延伸，绕胸廓达后段的肋角，通常分为两部分：骨间部分，位于两肋斜部之间；软骨间部，位于两肋软骨之间。软骨间部被认为具有吸气功能，而骨间部的收缩使肋向下移动并且可能辅助用力呼气过程，肋间内肌由毗邻的肋间神经支配。

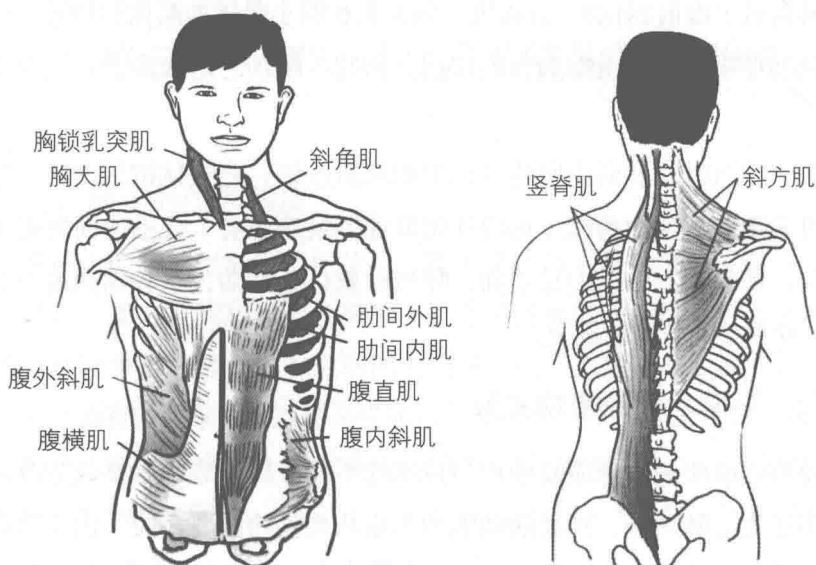


图1.1.3 辅助呼吸肌

(四) 呼吸过程概述

平静吸气过程中，膈肌、肋间外肌和肋间内肌软骨间部是收缩的主要肌肉。膈肌收缩，在垂直方向扩大胸腔。当腹腔内容物阻止膈进一步下降时，膈的肋部纤维收缩，从而使下位肋骨向上外方移动（提手运动）。肋骨的这种侧面移动由肋间外肌和肋间内肌软骨间部辅助，通过提手运动，可以增加胸廓的横径。最终，上部肋骨向前上方运动（泵杆运动），相应肋间外肌和肋间内肌软骨间部进行收缩辅助。这种变化可以增加胸廓的前后径，使上腹部隆起，肋骨向外上侧摆动，最后上部肋骨向前上方移动。平静呼气是被动运动，尽管通过肌电图可以检测到电位运动，但是平静呼气时没有肌肉收缩。吸气肌放松，当肋骨和膈肌回到吸气前的位置时会升高胸膜腔内压并挤压肺，压力的升高使气体从肺部排出。

用力吸气时，一系列辅助呼吸肌和平静吸气时用到的肌肉一同收缩。竖脊肌收缩可拉伸脊柱，这种拉伸使吸气时肋骨有更大的上抬空间。许多背部肌肉（如竖脊肌、斜方肌和菱形肌）通过收缩固定脊柱、头、颈和肩胛骨，使辅助呼吸肌通过反向运动辅助吸气成为可能。胸锁乳突肌上提胸骨，斜角肌上提前2对肋，前锯肌、胸大肌和胸小肌辅助两侧肋骨的上提。所有辅助呼吸肌都有上提肋骨的作用，因此，增加的是胸廓前后径而不是横径。

用力呼气时，肋间内肌的骨间部和腹肌收缩，将气体挤压出肺。用力呼气可表现为缓慢而持续（如慢性阻塞性肺疾病患者）或迅速而急促（如咳嗽）。如果腹肌收缩力足够强，呼气时躯体会弯曲，这种弯曲进一步压迫肺，使更多的气体被排出。

三、心肺功能的密切关系

随着心脏康复和肺康复理论与技术的不断发展，心肺康复成为改善心肺疾病患者心肺功能、提高活动能力和生活质量的重要手段。由于循环和呼吸系统解剖结构和生理作用的联系，单独进行心脏康复或肺康复往往达不到最佳效果，因此，学者积极倡导心肺康复一体化的理念。以下将从解剖生理功能说明心肺的密切相关关系。

血液循环根据循环部位和功能不同，分体循环和肺循环两部分。体循环开始于左心室，血液从左心室搏出后，流经主动脉及其派生的若干动脉分支，被送入相应器官。动脉经多次分支，管径逐渐变细，血管数目逐渐增多，最终到达毛细血管，通过细胞间液同组织细胞进行物质交换。血液中的氧和营养物质被组织吸收，而组织中的二氧化碳和其他代谢产物进入血液，变动脉血为静脉血。此间，静脉管径逐渐变粗、数目逐渐减少，直到最后所有静脉均汇集到上腔静脉和下腔静脉，血液即由此回到左心房，从而完成了体循环过程。肺循环自右心室开始，静脉血被右心室搏出，经肺动脉到达肺泡周围的毛细血管网，在此排出二氧化碳，吸收新鲜氧气，变静脉血为动脉血，然后再经肺静脉流回左心房，左心房的血再进入左心

室，又经体循环遍布全身。这样血液通过体循环和肺循环不断地运转，完成了血液循环的重要任务。

第二节 制动对心肺系统的不利影响

一、制动的生理效应

临床上的制动主要指卧床休息，即患者保持平卧和非活动状态。卧床不活动时，重力负荷和运动负荷消失。患者因被限制活动而导致的失适应状态与运动员停止训练后的运动能力倒退相似。大量文献已证实，卧床可带来一系列有害后果，而且越是重病患者其多系统并发症发生风险越大。

研究发现，男性卧床休息3周后出现多系统功能减退，经过艰苦的训练才能恢复有氧代谢能力。临床上重要的事实是心肺功能恶化速度超过肌肉骨骼恶化的速度，因此，卧床对老年患者的影响更为明显，可能会进一步加重患者的氧气运输损害和其他病理损害，使机体多数器官功能受到不同程度的影响。事实上，近半数年龄相关功能衰退可归因于缺乏体力活动，有规律的体力活动和有氧及力量训练可以大大延缓年龄相关衰退。

经过运动训练，患者的机体功能可得到最大程度提高，即使在患病的情况下，机体也有更好的生理储备面对疾病的挑战。无论什么年龄，只要停止运动，由运动带来的生理和健康益处都会消退。有证据表明，只有终生进行体力活动和运动才能保持运动带来的功能及健康上的益处。

二、制动对心血管和肺的影响

制动带来的心血管失适应包括体液丢失和压力调节机制受损、血浆容积下降、排尿增加。卧床导致的回心血量增加和长期卧床导致的心率增加及血液黏稠度增加，使得心脏的做功增加。同时，血细胞比容增高，深静脉血栓形成和栓塞的发生风险增加。当血液黏度、血小板计数、血小板黏

性、血浆纤维蛋白原增加而静脉血液淤滞时，血栓和栓塞的发生风险会进一步增加。

制动患者心脏和呼吸系统做功增加。卧床导致内脏器官上抬，影响膈肌下降，同时，胸腔内血容量增加，胸壁活动受限，进而导致呼吸做功增加。卧床对肺的影响包括使肺容量减少，尤其是功能残气量（functional residual capacity, FRC）、残气量（residual volume, RV）和用力呼气量。与坐位相比，仰卧位FRC下降可导致胸腔体积减小和胸腔血容量增加，从而加重肺部静脉充血。卧床期肺泡-动脉氧差和动脉氧分压降低，闭合容量增加，使得卧位的动脉氧饱和度降低，升高后续的并发症发生率。制动可导致肌肉和内脏循环的血管扩张，长期卧床休息可能导致这些血管失去收缩能力，而血管的收缩能力对预防直立位时的血液淤滞及维持循环血容量而言是至关重要的。

第三节 心肺康复对循环及呼吸系统的影响

一、心肺康复对循环系统的影响

血液循环与心脏和肺密切相关，也与运动密切相关，即“肺-心-运动肌群”，三者为一个整体，一荣俱荣，一损俱损。除了膳食调整、戒烟限酒、心理调整之外，运动作为心肺功能康复训练的重要组成部分，能提高心肺功能，帮助人们达到能量代谢平衡、内环境平衡及心理健康等状态。以下将重点介绍运动对心血管功能的影响。

（一）心率

运动时机体代谢水平和耗氧量明显增加，心率明显增高，以提高心排量满足肌肉组织的氧耗。机体进行一定强度运动时，心率在运动初期迅速上升，可由安静时的72次/分迅速上升到120次/分以上，随着运动时间的

延续, 心率将继续升高直至最大心率。

长期运动训练实践使运动者安静心率明显低于正常值的现象, 称为运动性心动过缓。运动性心动过缓是长期训练产生的适应性反应, 是心功能改善的表现。由于安静状态心率减慢, 心肌耗氧量降低, 出现心肌能量节省化现象。进入运动状态时, 心脏动员快, 可以在较短时间内达到最高值; 运动结束后又可以较快恢复到安静状态的心率。

(二) 每搏输出量和心排血量

运动时每搏输出量和心排血量均大幅增加, 以满足机体代谢需求。运动时, 血液循环加速, 静脉回心血量增加; 心交感神经兴奋及儿茶酚胺分泌增加, 心肌收缩力增强, 导致每搏输出量明显增加, 每搏量和心率增加的共同结果使心排血量显著增加。每搏输出量增多说明心脏对康复锻炼的适应能力得到了提高, 每搏输出量与最大吸氧量呈正相关关系, 运动时心搏出量的变化直接影响机体各器官的有氧代谢, 心搏出量达最高峰时, 吸氧量也达最高峰。因此, 心搏出量又是决定有氧代谢能力的关键。有氧代谢能力还是全身耐力的原动力, 可以提高耐力水平。

从安静状态开始运动时, 心率随负荷增加而增加, 每搏输出量也随心率加快而增加。心率增加至一定水平时 (如120~140次/分), 每搏输出量将达到峰值, 此后, 心排血量的增加主要依赖心率的增加。当心率超过150~160次/分时, 由于心脏舒张期缩短导致静脉回心血量减少, 心肌收缩力的增强程度有限, 导致每搏输出量逐渐减少。当心率进一步增加到一定程度 (180~200次/分) 时, 由于自身调节作用明显, 心排血量反而减少。

(三) 血压

运动导致动脉收缩压显著增加, 剧烈运动时收缩压可高达190 mmHg (1 mmHg = 0.133 kPa), 甚至更高。不同运动形式下舒张压的变化情况不同。动力性运动时收缩压明显升高, 舒张压的变化相对小, 可能略有下降。主要原因是动力性运动导致心脏收缩增强, 血流速度加快, 血压增高, 但运动时交感舒血管神经兴奋使外周血管扩张, 加之肌肉收缩的推挤加快静脉回流, 使动静脉压力差增加, 促进了动脉血外流, 使得外周阻力相对下降, 升压和降压两种因素的共同作用使得舒张压变化幅度较小。静