

· 医学循证 ·

运动训练对支气管哮喘患儿干预效果的系统评价再评价

扫描二维码
查看更多刘曦璇¹, 刘玉琳¹, 杨姝晖², 魏红雨¹, 王紫娟¹

作者单位: 1.401120重庆市, 重庆医科大学附属儿童医院两江院区呼吸科 儿童发育疾病研究教育部重点实验室 国家儿童健康与疾病临床医学研究中心 儿童发育重大疾病国家国际科技合作基地 儿科学重庆市重点实验室 2.610041四川省成都市, 四川大学华西医院神经外科

通信作者: 刘玉琳, E-mail: liuyulin817@163.com

【摘要】 目的 对运动训练对哮喘患儿干预效果的系统评价或Meta分析进行再评价。**方法** 计算机检索中国知网、万方数据知识服务平台、维普网、中国生物医学文献数据库、PubMed、Cochrane Library、Web of Science、Embase中公开发表的关于运动训练对哮喘患儿干预效果的系统评价或Meta分析, 检索时限为2018年9月—2023年9月。将检索结果导入NoteExpress软件, 剔除重复文献, 之后由2名研究人员独立按照文献纳入和排除标准进行文献筛选、资料提取、纳入文献的方法学质量评价、证据质量评价。**结果** 最终纳入文献8篇, 其中系统评价2篇、Meta分析6篇, 共涉及5 975例患儿。方法学质量评价结果显示, 2篇文献的方法学质量为中等、3篇为低、3篇为极低。证据质量评价结果显示, 共涉及肺功能、运动耐力、有氧能力、生活质量4种结局指标、32条证据, 其中12条为中等质量、19条为低质量、1条为极低质量。运动训练可增加哮喘患儿的用力肺活量占预计值百分比(FVC%) (5个中等质量证据, 1个低质量证据); 运动训练不能增加哮喘患儿的第1秒用力呼气容积与用力肺活量比值(FEV₁/FVC) (1个中等质量证据, 1个低质量证据); 运动训练可延长哮喘患儿的6分钟步行距离(6MWD) (3个低质量证据); 运动训练可增加哮喘患儿的最大摄氧量(VO_{2max}) (2个低质量证据); 运动训练可增加哮喘患儿的儿童哮喘生活质量问卷(PAQLQ)评分 (5个低质量证据)。**结论** 运动训练可改善哮喘患儿的FVC%, 而对其他肺功能指标(FEV₁%、PEF%)的改善作用尚存在争议; 运动训练可提高哮喘患儿的运动耐力、有氧能力和生活质量。但本研究纳入的系统评价/Meta分析的方法学质量较低。

【关键词】 哮喘; 支气管哮喘; 儿童; 运动(Exercise); 系统评价再评价**【中图分类号】** R 562.25 **【文献标识码】** A **DOI:** 10.12114/j.issn.1008-5971.2024.00.174

Effects of Exercise Training in Children with Bronchial Asthma: an Overview of Systematic Reviews

LIU Xixuan¹, LIU Yulin¹, YANG Shuhui², WEI Hongyu¹, WANG Zijuan¹

1.Respiratory Ward, Liangjiang Branch, Children's Hospital of Chongqing Medical University/Ministry of Education Key Laboratory of Child Developmental and Disorders/National Clinical Research Center for Child Health and Disease/National International Scientific and Technological Cooperation Base for Major Childhood Development Diseases/Chongqing Key Laboratory of Pediatrics, Chongqing 401120, China

2.Department of Neurosurgery, West China Hospital, Sichuan University, Chengdu 610041, China

Corresponding author: LIU Yulin, E-mail: liuyulin817@163.com

【Abstract】 Objective To overview the systematic review/meta-analysis of exercise training in children with asthma.
Methods CNKI, Wanfang Data, VIP, CBM, PubMed, Cochrane Library, Web of Science and Embase were searched by computer for the systematic review/meta-analysis of exercise training for children with asthma from September 2018 to September 2023. The searching results were imported into NoteExpress software and duplicate literature was eliminated. Then, two researchers independently screened literature and extracted data according to the inclusion and exclusion criteria, assessed the methodological quality and evidence quality of included literature. **Results** In total, 8 studies were included, including 2 systematic reviews and 6 meta-analyses, involving 5 975 children totally. The result of methodological quality showed that 2 studies were of moderate quality, 3 studies were of low quality and 3 studies were of very low quality. The evaluation of evidence quality showed that there were a total of 32 pieces of evidence related to four outcome indicators: lung function, exercise endurance, aerobic capacity, and quality of life. Among them, 12 were of moderate quality, 19 were of low quality, and 1 was of extremely low quality. Exercise

training could increase the percentage of forced vital capacity to the expected value (FVC%) in children with asthma (5 medium quality evidence and 1 low quality evidence). Exercise training could not increase the ratio of forced expiratory volume in the first second to forced vital capacity (FEV₁/FVC) in children with asthma (1 medium quality evidence and 1 low quality evidence). Exercise training could prolong the 6-minute walking distance (6MWD) of children with asthma (3 low quality evidence). Exercise training could increase the maximum oxygen uptake (VO_{2max}) of children with asthma (2 low quality evidence). Exercise training could increase Pediatric Asthma Quality of Life Questionnaire (PAQLQ) score in children with asthma (5 low quality evidence).

Conclusion Exercise training can improve FVC% in children with asthma, while the improvement effect on other lung function indicators (FEV₁%, PEF%) is still controversial. Exercise training can improve the exercise endurance, aerobic capacity, and quality of life of children with asthma. However, the methodological quality of the systematic evaluation/Meta analysis included in this study is relatively low.

【Key words】 Asthma; Bronchial asthma; Child; Exercise; Overview of systematic reviews

支气管哮喘（以下简称哮喘）是儿童时期最常见的慢性、异质性呼吸系统疾病，以慢性气道炎症和气道高反应性为主要病理特征^[1-2]。药物吸入治疗是哮喘的主要临床治疗方法^[3]，但部分患儿经长期规范药物治疗后症状仍控制不理想，我国一项横断面调查显示，约20%的哮喘患儿经药物治疗后症状未得到良好控制^[4]。运动训练是哮喘重要的非药物治疗方法之一，有助于患儿的症状控制和身体素质的提高^[5]。目前国内外关于哮喘患儿运动训练的干预研究及系统评价/Meta分析数量繁多，涉及多种运动方式〔主要包括有氧运动、间歇无氧运动、高强度间歇训练（high-intensity interval training, HIIT）、力量训练、平衡协调训练等〕，但其对运动“剂量”（即达到特定健康相关结局指标所需的运动频率、强度、持续时间及训练周期等）^[6]的设计差异较大或描述欠详细，且文献质量参差不齐，故需谨慎分析研究结果。因此，本研究旨在对运动训练对哮喘患儿干预效果的系统评价或Meta分析进行再评价，以期对哮喘患儿进行科学、有效且易于长期坚持的运动训练提供循证依据。

1 资料与方法

1.1 方案注册

本研究已在PROSPERO网站注册，注册号为CRD42023447702。

1.2 文献纳入和排除标准

纳入标准：（1）研究对象为3~18岁的哮喘患儿〔符合《儿童支气管哮喘规范化诊治建议（2020年版）》^[3]或2019年《全球哮喘防治倡议》^[7]中哮喘的诊断标准〕；（2）试验组进行常规治疗联合运动训练，对照组进行常规治疗或仅进行日常身体活动；（3）主要结局指标为肺功能、运动耐力，次要结局指标为有氧能力、生活质量；（4）研究类型为系统评价或Meta分析。排除标准：（1）无法获取全文；（2）无法提取数据或信息不全的会议摘要、报告、系统评价计划书；（3）网状Meta分析；（4）非中、英文文献；（5）重复发表的文献。

1.3 文献检索策略

计算机检索中国知网、万方数据知识服务平台、维普网、中国生物医学文献数据库、PubMed、Cochrane Library、Web of Science、Embase中公开发表的关于运动训练对哮喘患儿干预效果的系统评价或Meta分析，检索时限为2018年9

以PubMed为例，本文检索策略如下：

```
#1 "asthma" [Mesh Terms] OR "bronchial asthma" [Title/Abstract]
#2 "child" [Mesh Terms] OR "pediatrics" [Mesh Terms] OR "child*" [Title/Abstract] OR "pediatric*" [Title/Abstract] OR "teenager*" [Title/Abstract] OR "adolescent*" [Title/Abstract]
#3 "exercise" [Mesh Terms] OR "exercise therapy" [Mesh Terms] OR "exercise training" [Title/Abstract] OR "physical activit*" [Title/Abstract] OR "physical training" [Title/Abstract] OR "physical exercise" [Title/Abstract] OR "aerobic*" [Title/Abstract] OR "exercise rehabilitation" [Title/Abstract] OR "kinesiotherapy" [Title/Abstract]
#4 "meta analysis" [Mesh Terms] OR "meta-analysis" [Publication Type] OR "meta analysis" [Title/Abstract] OR "meta-analysis" [Title/Abstract] OR "meta analyses" [Title/Abstract] OR "meta-analyses" [Title/Abstract] OR "systematic review" [Title/Abstract] OR "systematic reviews" [Title/Abstract] OR "clinical trial overview" [Title/Abstract] OR "clinical trial overviews" [Title/Abstract]
#5 #1 AND #2 AND #3 AND #4, in the last 5 years
```

月—2023年9月。中文检索词为支气管哮喘、哮喘、儿童、青少年、患儿、运动、运动训练、运动疗法、体育活动、体育锻炼、有氧运动、运动康复、系统评价、Meta分析、荟萃分析。英文检索词为asthma、bronchial asthma、child、pediatrics、child*、pediatric*、teenager*、adolescent*、exercise、exercise therapy、exercise training、physical activit*、physical training、physical exercise、aerobic*、exercise rehabilitation、kinesiotherapy、meta analysis、meta-analysis、meta analyses、meta-analyses、systematic review、systematic reviews、clinical trial overview、clinical trial overviews。采用主题词和自由词相结合的方式检索，同时使用滚雪球式的文献检索方法追溯纳入文献的参考文献，以保证查全率。

1.4 文献筛选与资料提取

将检索结果导入NoteExpress软件，剔除重复文献，之后由2名研究人员独立按照文献纳入和排除标准进行文献筛选及资料提取。其中文献筛选步骤为：首先，通过阅读题目

和摘要进行初筛,排除明显不相关文献;然后,通过阅读全文进行复筛,以确定文献是否纳入。资料提取内容包括第一作者、发表年份、文献类型、纳入研究类型及数量、研究对象、样本量、方法学评估工具、干预措施、运动“剂量”相关信息(即运动训练周期、频率、时间及强度)、结局指标。当纳入的文献存在信息缺失时将查阅原始研究报告。2名研究人员出现分歧时,与第3名研究人员进行讨论,最终形成一致结论。

1.5 纳入文献的方法学质量评价

由上述2名研究人员采用系统评价方法学质量评估工具(A Measurement Tool to Assess Systematic Reviews 2, AMSTAR 2)^[8]评价纳入文献的方法学质量,如遇分歧,则与第3名研究人员商议。AMSTAR 2共包括16个条目,每个条目根据评价标准的满足程度评价为“是”“部分是”“否”;其中条目2、4、7、9、11、13、15为关键条目,重点结合关键条目的评价结果将系统评价的总体质量分为“高”“中”“低”“极低”4个等级,无或仅1个非关键条目不符合(评价为“部分是”或“否”)为“高”,超过1个非关键条目不符合为“中等”,1个关键条目不符合并且伴或不伴非关键条目不符合为“低”,超过1个关键条目不符合并且伴或不伴非关键条目不符合为“极低”;此外,当多个非关键条目不符合时,可将“中等”降级至“低”^[9]。

1.6 证据质量评价

由上述2名研究人员对证据质量进行评价,意见不一致时与第3名研究人员商议后决定。采用推荐分级的评估、制订与评价(Grades of Recommendations Assessment, Development and Evaluation, GRADE)系统将证据质量分为高、中等、低、极低4个等级^[10],主要从偏倚风险、不一致性、间接性、不精确性及发表偏倚5个方面进行降级评价,未降级为高质量、降1级为中等质量、降2级为低质量、降3级为极低质量^[11]。

2 结果

2.1 文献检索结果

共检索到文献267篇,剔除重复文献及阅读题目、摘要、全文后,最终纳入文献8篇^[12-19],文献筛选流程见图1。

2.2 纳入文献的基本特征

8篇文献中,系统评价2篇^[18-19],Meta分析6篇^[12-17];均纳入了随机对照试验,2篇文献^[16-17]纳入了类实验研究;共涉及5 975例患儿;方法学评估工具方面,7篇文献^[12-18]采用Cochrane偏倚风险评价工具,1篇文献^[19]采用物理治疗证据数据库(Physiotherapy Evidence Database, PEDro)量表;试验组涉及的运动训练方式包括有氧运动、间歇无氧运动和力量、平衡协调训练及抗阻训练、HIIT,纳入文献的基本特征见表1。

2.3 方法学质量评价结果

方法学质量评价结果显示,2篇文献^[15-16]的方法学质量为中等、3篇^[14, 17-18]为低、3篇^[12-13, 19]为极低。影响纳入文献方法学质量的主要原因为:8篇文献^[12-19]均未报告纳入各研究的资助来源(条目10);6篇文献^[13, 15-19]的作者在

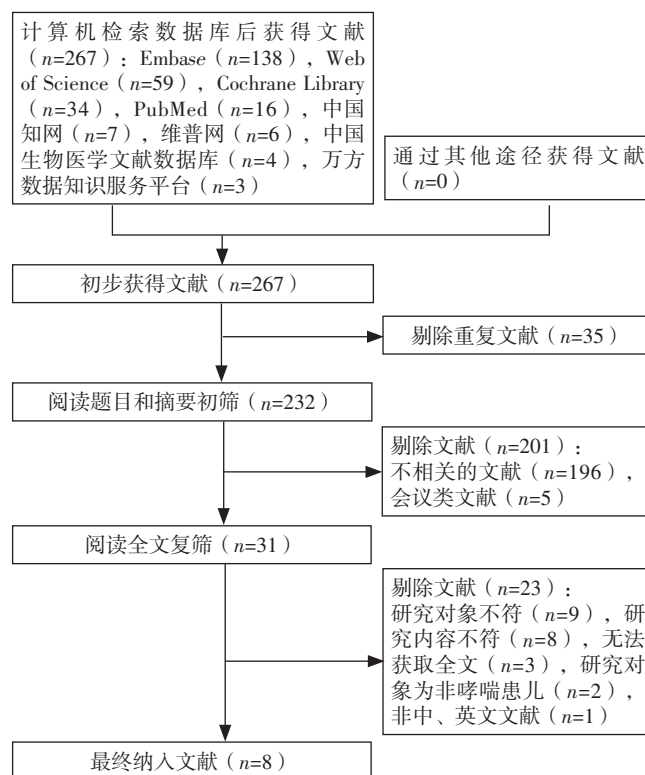


图1 文献筛选流程

Figure 1 Flowchart of literature screening

纳入文献时未说明纳入的研究类型及理由(条目3);6篇文献^[12-14, 17-19]未采用全面的检索策略(条目4);6篇文献^[12-14, 16, 18-19]的作者未提供排除文献的清单并说明其原因(条目7);6篇文献^[12-15, 17-18]的作者进行Meta分析时未评估每个纳入研究的偏倚风险对Meta分析结果或其他证据综合结果潜在的影响(条目12);5篇文献^[12-13, 15-16, 19]未声明在系统评价实施前确定了系统评价的研究方法或对于与研究方案不一致处未进行解释说明(条目2),见表2。

2.4 证据质量评价结果

证据质量评价结果显示,共涉及肺功能、运动耐力、有氧能力、生活质量4种结局指标、32条证据,其中12条为中等质量、19条为低质量、1条为极低质量,见表3。

2.5 主要结局指标

2.5.1 肺功能

7篇文献^[12, 14-19]评价了运动训练前后哮喘患儿的肺功能变化,主要指标包括用力肺活量占预计值百分比(percentage of forced vital capacity to the expected value, FVC%)、第1秒用力呼气容积占预计值百分比(percentage of forced expiratory volume in the first second to the expected value, FEV₁%)、第1秒用力呼气容积与用力肺活量比值(ratio of forced expiratory volume in the first second to forced vital capacity, FEV₁/FVC)和呼气峰流量占预计值百分比(percentage of peak expiratory flow to the expected value, PEF%)。(1)FVC%:6篇文献^[12, 14-18]评价了运动训练对哮喘患儿FVC%的影响,结果显示,运动训练可增加哮喘患儿的FVC%(5个中等质量证据,1个低质量证据)。(2)FEV₁%:7篇文献^[12, 14-19]评价了运动

表1 纳入文献的基本特征
Table 1 Basic characteristics of included literature

第一作者	发表年份	文献类型	纳入研究类型及数量	研究对象	样本量(例)	方法学评估工具	干预措施		运动“剂量”相关信息	结局指标
							试验组	对照组		
杨姝晖 ^[12]	2022	Meta分析	15项RCT	3~18岁处于非急性发作期的哮喘患儿	936	Cochrane偏倚风险评价工具	常规治疗+运动训练〔包括有氧运动(游泳、慢跑、固定跑台运动、散步、骑自行车、球类运动、划船、跳绳、健美操)、间歇无氧运动、腹式呼吸训练、呼吸操等〕	常规治疗+常规身体活动	6周~12个月; 3~5次/周; 20~60 min/次; 未说明强度	肺功能(FVC%、FEV ₁ %、FEV ₁ /FVC、PEF%)、有氧能力(VO _{2max})、生活质量(PAQLQ评分)
刘芳 ^[13]	2021	Meta分析	14项RCT	处于非急性发作期的儿童和青少年哮喘患儿	1 000	Cochrane偏倚风险评价工具	常规治疗+运动训练〔包括有氧运动(游泳、球类运动、跳绳、慢跑、骑自行车等)、间歇无氧运动及力量、平衡协调训练〕	常规治疗+常规身体活动	6~24周; 2~7次/周; 30 s~60 min/次; 未说明强度	运动耐力(6MWD)、生活质量(PAQLQ评分)
JING ^[14]	2023	Meta分析	9项RCT	6~18岁的哮喘患儿	496	Cochrane偏倚风险评价工具	常规哮喘药物治疗+运动训练〔包括HIIT、有氧运动(在跑步机上的跑步、骑自行车、太极拳、游泳、篮球、足球、多成分运动)及力量、平衡协调训练〕	常规哮喘药物治疗	6~12周; 1~3次/周; 30~60 min/次; HIIT强度为HRmax的90%, 其余为HRmax的50%~80%	肺功能(FVC%、FEV ₁ %、FEV ₁ /FVC、PEF%)、生活质量(PAQLQ评分)
ZHOU ^[15]	2023	Meta分析	15项RCT	6~18岁的哮喘患儿	843	Cochrane偏倚风险评价工具	有氧运动(游泳、足球、篮球)和/或HIIT、综合训练	未进行运动干预	5~16周; 1~4 d/周; 20~60 min/次; HIIT强度为HRmax的90%, 有氧运动为HRmax的50%~80%	肺功能(FVC%、FEV ₁ %、PEF%)、运动耐力(6MWD)、生活质量(PAQLQ评分)
RAMACHANDRAN ^[16]	2021	Meta分析	5项RCT, 4项类实验研究	6~17岁的哮喘患儿	387	Cochrane偏倚风险评价工具	有氧运动(游泳)	未进行运动干预或学校常规体育活动	6周~12个月; 1~6次/周; 30~60 min/次; 未说明强度	肺功能(FVC%、FEV ₁ %、PEF%)
LIU ^[17]	2021	Meta分析	20项RCT, 2项类实验研究	4~17岁的哮喘患儿	1 346	Cochrane偏倚风险评价工具	常规治疗+运动训练〔包括有氧运动(游泳、球类运动、跳绳、慢跑和骑自行车)、间歇无氧运动及力量、平衡协调训练〕	常规治疗+常规身体活动	2周~6个月; 1~7次/周; 20~60 min/次; 未说明强度	肺功能(FVC%、FEV ₁ %、PEF%)、运动耐力(6MWD)、生活质量(PAQLQ评分)
ZHANG ^[18]	2020	系统评价	18项RCT	7~18岁的哮喘患儿	711	Cochrane偏倚风险评价工具	体育锻炼〔包括有氧运动(散步、跑步、游泳、骑自行车、爬行、篮球、足球、太极)、呼吸训练〕	未进行体育锻炼	5周~12个月; 1~3次/周; 20~90 min/次; 未说明强度	肺功能(FVC%、FEV ₁ %、PEF%)
LOPES ^[19]	2020	系统评价	8项RCT	6~17岁运动诱发哮喘儿童和青少年	256	PEDro量表	哮喘药物治疗+运动训练〔包括有氧运动(游泳、跑步、散步、骑自行车、体操、瑜伽)和/或抗阻运动〕	哮喘药物治疗	6~16周; 2~6次/周; 30~90 min/次; HRmax的50%~90%或VO _{2max} 的70%	肺功能(FEV ₁ %、PEF%)、有氧能力(VO _{2max})

注: RCT=随机对照试验, FVC%=用力肺活量占预计值百分比, FEV₁%=第1秒用力呼气容积占预计值百分比, FEV₁/FVC=第1秒用力呼气容积与用力肺活量比值, PEF%=呼气峰流量占预计值百分比, VO_{2max}=最大摄氧量, PAQLQ=儿童哮喘生活质量问卷, 6MWD=6分钟步行距离, HIIT=高强度间歇训练, HRmax=最大心率, FVC=用力肺活量, PEDro=物理治疗证据数据库, EIB=运动诱发支气管痉挛。

训练对哮喘患儿FEV₁%的影响。5篇文献^[14, 16-19]结果显示, 运动训练不能增加哮喘患儿的FEV₁% (3个中等质量证据, 2个低质量证据)。2篇文献^[12, 15]结果显示, 运动训练可增加哮喘患儿的FEV₁% (均为中等质量证据)。(3) FEV₁/FVC: 2篇文献^[12, 14]评价了运动训练对哮喘患儿FEV₁/FVC的影响, 结果显示, 运动训练不能增加哮喘患儿FEV₁/FVC (1个中等质量证据, 1个低质量证据)。(4) PEF%: 7篇文献^[12, 14-19]评价了运动训练对哮喘患儿PEF%的影响。5篇文献^[14-16, 18-19]结果显示, 运动训练不能增加哮喘患儿的PEF% (4个低质量证据, 1个极低质量证据)。2篇文献^[12, 17]结果显示, 运动训练可增加哮喘患儿的PEF% (1个中等质量证据, 1个低质量证据)。

2.5.2 运动耐力

3篇文献^[13, 15, 17]评价了运动训练对哮喘患儿运动耐

力的影响, 观察指标为6分钟步行距离(6-minute walking distance, 6MWD), 结果显示, 运动训练可延长哮喘患儿6MWD (均为低质量证据)。

2.6 次要结局指标

2.6.1 有氧能力

2篇文献^[12, 19]评价了运动训练对哮喘患儿有氧能力的影响, 观察指标为最大摄氧量(maximal oxygen uptake, VO_{2max}), 结果显示, 运动训练可增加哮喘患儿的VO_{2max} (均为低质量证据)。

2.6.2 生活质量

5篇文献^[12-15, 17]评价了运动训练对哮喘患儿生活质量的影响, 观察指标为儿童哮喘生活质量问卷(Pediatric Asthma Quality of Life Questionnaire, PAQLQ)评分, 结果显示, 运动训练可增加哮喘患儿的PAQLQ评分 (均为低质量证据)。

表2 纳入文献的方法学质量评价结果
Table 2 Results of methodological quality evaluation of the included literature

第一作者	①	② ^a	③	④ ^a	⑤	⑥	⑦ ^a	⑧	⑨ ^a	⑩	⑪ ^a	⑫	⑬ ^a	⑭	⑮ ^a	⑯	质量等级
杨姝晖 ^[12]	Y	N	Y	PY	Y	Y	PY	Y	Y	N	Y	N	N	Y	Y	Y	极低
刘芳 ^[13]	Y	N	N	PY	Y	Y	PY	Y	Y	N	Y	N	N	Y	Y	N	极低
JING ^[14]	Y	Y	Y	PY	Y	Y	N	PY	Y	N	Y	N	Y	Y	Y	Y	低
ZHOU ^[15]	Y	PY	N	Y	Y	Y	Y	Y	Y	N	Y	N	Y	Y	Y	Y	中
RAMACHANDRAN ^[16]	Y	PY	N	Y	Y	Y	PY	Y	Y	N	Y	Y	Y	Y	Y	Y	中
LIU ^[17]	Y	Y	N	PY	Y	Y	Y	PY	Y	N	Y	N	N	Y	Y	Y	低
ZHANG ^[18]	Y	Y	N	PY	Y	Y	N	Y	Y	N	Y	N	Y	Y	Y	Y	低
LOPES ^[19]	Y	N	N	PY	Y	Y	PY	Y	PY	N	—	—	N	Y	—	Y	极低

注：①研究问题和纳入标准是否包括了P（研究对象）、I（干预措施）、C（对照措施）、O（结局指标）？②是否声明在系统评价实施前确定系统评价的研究方法？对于与研究方案不一致处是否进行说明？③作者在纳入文献时是否说明纳入的研究类型及理由？④是否采用了全面的检索策略？⑤是否采用双人重复式文献选择？⑥是否采用双人重复式数据提取？⑦作者是否提供了排除文献的清单并说明其原因？⑧是否详细地描述了纳入的研究？⑨是否采用合适的工具评估每个纳入研究的偏倚风险？⑩是否报告纳入各研究的资金来源？⑪进行Meta分析时，作者是否采用了合适的统计学方法合并研究结果？⑫进行Meta分析时，作者是否评估了每个纳入研究的偏倚风险对Meta分析结果或其他证据综合结果潜在的影响？⑬作者解释或讨论每个研究结果时是否考虑纳入研究的偏倚风险？⑭是否对研究结果的任何异质性进行合理的解释和讨论？⑮如果作者进行定量合并，是否对发表偏倚（小样本研究偏倚）进行充分的调查，并讨论其对结果可能的影响？⑯是否报告了所有潜在利益冲突的来源，包括接受的任何用于制作系统评价的资助？*表示该条目为关键条目；Y表示是，N表示否，PY表示部分是，—表示未进行Meta分析。

3 讨论

3.1 运动训练可改善哮喘患儿的FVC%，但对其他肺功能指标（FEV₁%、PEF%）的改善作用尚存在争议

FVC%可反映肺容量，本研究结果显示，运动训练可增加哮喘患儿的FVC%。分析原因可能是运动训练可通过促进全身血液循环、改善机体氧气供应而提高肺泡残气排出率^[20]，其还可有效增强肺泡弹性纤维成分、黏膜等组织的弹性回缩力，增加肺泡张开率，进而改善肺活量^[21]。FEV₁%、FEV₁/FVC可反映气道阻塞情况，PEF%可反映气道通畅性及呼吸肌力量^[22-23]。本研究结果显示，运动训练对FEV₁%和PEF%的改善作用尚存在争议，分析原因可能与各研究干预时间不同有关^[24]。LIU等^[17]研究显示，8周以上的运动训练可使哮喘患儿的FVC%、FEV₁%、PEF%得到改善，故未来可进一步探究长期运动训练对哮喘患儿肺功能的影响。此外，运动诱发性支气管痉挛（exercise-induced bronchoconstriction, EIB）可能影响哮喘患儿肺功能的恢复，研究显示，合并EIB的哮喘患儿运动后FEV₁%至少下降10%^[25]，因此应根据合并EIB的哮喘患儿的特点设计更适合的运动训练方案，在不引起其哮喘发作的前提下保证有效地运动^[19]。此外，肺功能检查可能受患儿配合度、检测者判断等主观因素及不同国家和地区的医疗条件等客观因素的影响而导致结果不准确^[26]，因此应注意肺功能检查时的质量控制，同时尽可能保证各级医疗机构肺功能检查的同质性。

3.2 运动训练可提高哮喘患儿的运动耐力、有氧能力和生活质量

本研究结果显示，运动训练可延长哮喘患儿6MWD，提示运动训练可提高哮喘患儿的运动耐力。陈琼等^[27]研究显示，哮喘患儿进行3个月中等强度的有氧运动后，其进行6分钟步行试验时心率、收缩压和平均动脉压均有所降低。可能的机制为：有氧运动时机体代谢增加将产生更多的二氧化

碳，经长期规律的有氧运动后，呼吸神经逐渐适应高浓度二氧化碳的状态，有助于高效地利用氧气，即VO_{2max}增加^[28]，从而减轻哮喘患儿运动时的生理应激反应、疲劳程度，能够促使患儿更轻松地完成平时可能加重肺部负担的活动，进而提高运动耐力^[29]。此外，研究显示，平衡训练联合有氧运动和呼吸训练可改善轻度哮喘患儿的平衡能力和呼吸肌肌力，促使患儿逐渐完成不同身体姿势下的呼吸动作，从而提高其运动耐力^[30]。本研究结果还显示，运动训练可增加哮喘患儿的VO_{2max}，提示运动训练可提高哮喘患儿的有氧能力。无氧能力也是机体日常运动能力的一部分^[31]，间歇无氧运动时以无氧代谢为主，高强度短时间的运动能够提高哮喘患儿的骨骼肌携氧能力和心肺系统运氧能力，从而改善其呼吸功能和运动耐力^[32]。但目前评估哮喘患儿无氧能力的研究较少，仍需更多研究证实。此外，本研究结果还显示，运动训练可增加哮喘患儿的PAQLQ评分，提示运动训练可提高哮喘患儿的生活质量。PAQLQ包括症状控制、情感功能、活动受限3个维度，其中活动受限被认为是影响患儿生活质量最主要的因素^[33]。而运动训练可提高哮喘患儿的肺顺应性和运动耐力，从而增强其身体素质，促使患儿回归校园，恢复正常的生活和学习^[20]。此外，运动训练还可通过提高机体内啡肽水平而改善哮喘患儿情绪，减轻其心理压力，控制焦虑和抑郁状态^[34]，最终提高患儿生活质量。

3.3 应根据不同运动方式的目的制定个性化的运动训练方案

现有研究多将有氧运动与无氧运动、抗阻训练、HIIT及力量、平衡协调训练等多种方式相结合并应用于哮喘患儿，缺乏对运动方式选择依据的阐释，且各研究间在运动“剂量”的设置上异质性较大，因此本研究无法明确得出各运动方式在何种运动“剂量”下更适合哮喘患儿。《中国哮喘儿童运动处方专家共识》^[5]指出，病情控制良好的哮喘患儿可进行适合年龄特点的、有趣的、多样化运动，并为学龄前

表3 纳入文献的证据质量评价结果
Table 3 Results of evidence quality evaluation of the included literature

第一作者	结局指标类型	结局指标	研究数量 (患儿例数)	MD (95%CI)	偏倚风险	不一致性	间接性	不精确性	发表偏倚	证据质量等级
杨姝晖 ^[12]	肺功能	FVC%	8 (581)	2.75 (1.22 ~ 4.28)	—1 ^a	0	0	0	0	中等
		FEV ₁ %	12 (764)	0.22 (0.07 ~ 0.36)	—1 ^a	0	0	0	0	中等
		FEV ₁ /FVC	5 (264)	—0.97 (—3.55 ~ 1.61)	—1 ^a	—1 ^b	0	0	0	低
		PEF%	6 (513)	7.15 (3.30 ~ 11.00)	—1 ^a	0	0	0	0	中等
	有氧能力	VO _{2max}	4 (149)	5.86 (2.53 ~ 9.19)	—1 ^a	—1 ^b	0	0	0	低
刘芳 ^[13]	生活质量	PAQLQ评分	8 (596)	0.67 (0.43 ~ 0.91)	—1 ^a	—1 ^b	0	0	0	低
	运动耐力	6MWD	5 (271)	108.13 (36.45 ~ 179.80)	—1 ^a	—1 ^b	0	0	0	低
	生活质量	PAQLQ评分	9 (714)	1.28 (0.60 ~ 1.95)	—1 ^a	—1 ^b	0	0	0	低
JING ^[14]	肺功能	FVC%	6 (292)	7.62 (3.46 ~ 11.78)	—1 ^a	0	0	0	0	中等
		FEV ₁ %	6 (292)	3.17 (—2.82 ~ 9.15)	—1 ^a	0	0	0	0	中等
		FEV ₁ /FVC	4 (224)	0.73 (—2.76 ~ 4.22)	—1 ^a	0	0	0	0	中等
		PEF%	2 (134)	0.44 (—6.71 ~ 7.58)	—1 ^a	0	0	—1 ^c	0	低
	生活质量	PAQLQ评分	5 (298)	1.38 (0.26 ~ 2.50)	—1 ^a	—1 ^b	0	0	0	低
ZHOU ^[15]	肺功能	FVC%	14 (628)	2.78 (1.26 ~ 4.31)	—1 ^a	0	0	0	0	中等
		FEV ₁ %	15 (642)	2.12 (0.70 ~ 3.53)	—1 ^a	0	0	0	0	中等
		PEF%	10 (513)	1.84 (—2.83 ~ 6.51)	—1 ^a	—1 ^b	0	0	0	低
	运动耐力	6MWD	7 (320)	115.33 (54.64 ~ 176.02)	—1 ^a	—1 ^b	0	0	0	低
	生活质量	PAQLQ评分	6 (370)	1.06 (0.46 ~ 1.66)	—1 ^a	—1 ^b	0	0	0	低
RAMACHANDRAN ^[16]	肺功能	FVC%	4 (136)	7.18 (—0.15 ~ 14.51)	—1 ^a	—1 ^b	0	0	0	低
		FEV ₁ %	4 (110)	2.88 (—0.99 ~ 6.75)	—1 ^a	0	0	—1 ^c	0	低
		PEF%	3 (68)	4.40 (—4.04 ~ 12.84)	—1 ^a	0	0	—1 ^c	0	低
LIU ^[17]	肺功能	FVC%	15 (879)	0.27 (0.13 ~ 0.40)	—1 ^a	0	0	0	0	中等
		FEV ₁ %	18 (1 043)	0.11 (—0.01 ~ 0.24)	—1 ^a	0	0	0	0	中等
		PEF%	11 (776)	4.53 (1.27 ~ 7.80)	—1 ^a	—1 ^b	0	0	0	低
	运动耐力	6MWD	5 (256)	110.65 (31.95 ~ 189.34)	—1 ^a	—1 ^b	0	0	0	低
	生活质量	PAQLQ评分	9 (714)	1.28 (0.60 ~ 1.95)	—1 ^a	—1 ^b	0	0	0	低
ZHANG ^[18]	肺功能	FVC%	6 (201)	4.56 (1.33 ~ 7.79)	—1 ^a	0	0	0	0	中等
		FEV ₁ %	11 (533)	1.77 (—0.76 ~ 4.30)	—1 ^a	0	0	0	0	中等
		PEF%	3 (103)	0.78 (—5.24 ~ 6.97)	—1 ^a	0	0	—1 ^c	0	低
LOPES ^[19]	肺功能	FEV ₁ %	7 (224)	0.13 (—0.03 ~ 1.23)	—1 ^a	—1 ^b	0	0	0	低
		PEF%	2 (52)	0.32 (—0.10 ~ 2.54)	—1 ^a	—1 ^b	0	—1 ^c	0	极低
	有氧能力	VO _{2max}	3 (90)	4.46 (1.33 ~ 7.59)	—1 ^a	0	0	—1 ^c	0	低

注：—1表示降1级，0表示未降级；^a表示纳入的研究在随机化、分配隐藏和盲法方面存在偏倚风险，降1级；^b表示纳入的研究合并后I²>50%或可信区间重叠性差、异质性大，降1级；^c表示纳入的研究样本量小或可信区间宽，降1级。

期、学龄期儿童和青少年提供了运动处方建议。未来研究可参考运动处方，结合不同运动方式的训练目的，设计适合不同哮喘患儿的运动训练方案，以提高运动训练的科学性和可及性。此外，哮喘患儿的运动训练常需居家开展，且训练效果与患儿的依从性、患儿家庭对哮喘的认知程度、患儿哮喘控制水平、环境、社会支持等因素有关^[35-36]，但目前哮喘患儿运动训练的干预研究大多忽视了对随访过程及依从性的详细描述和客观评估^[37]。国外有研究将电子游戏融入哮喘患儿的自我管理，通过在虚拟场景中的角色扮演、游戏等增强趣味性，从而提高患儿的参与度^[38]，这为哮喘患儿运动方案的制订提供了新思路。但考虑经济成本、技术发展等因素，

目前此类方法多应用于发达国家。今后我国研究者可通过质性研究充分了解患儿的需求和偏好，设计适应我国国情及文化，且易实现、有趣味性的运动训练方案^[34]。

3.4 纳入文献的方法学及证据质量有待提高

针对存在的方法学质量问题，提出以下建议：（1）开展系统评价前应制定详细的研究计划书并注册或公开，对研究实施过程中与研究计划书不一致处进行解释说明，并明确写出资助来源，以保证研究的严谨性和公开透明性；（2）注意纳入研究类型的全面性，并说明所纳入研究类型的理由；（3）文献检索时还应对试验注册库、纳入研究的参考文献、灰色文献、学位论文等进行全面检索；（4）需提供排除文献

的清单并说明理由; (5) 研究者不仅要陈述纳入研究的偏倚风险, 还应充分考虑其对结果产生的影响。证据质量方面, 由于运动训练方式较直观, 所有研究无法做到对研究对象和干预者实施双盲, 仅能通过对结果测评者设盲来尽可能减少偏倚; 随机化和分配隐藏的不明确也是证据质量降级的主要原因。此外, 各文献间的运动训练频率、每次训练时间及训练周期等差异较大、样本量较小, 导致在不一致性和不精确性方面降级。

3.5 本研究局限性

(1) 由于AMSTAR 2适用于基于RCT或非RCT研究或二者均有的系统评价^[9], 本研究未纳入网状Meta分析、单个病例数据Meta分析, 且未纳入中、英文之外语种的文献和灰色文献, 可能导致部分证据的遗漏; (2) 本研究纳入文献的原始研究在运动训练方式、频率、持续时间等方面异质性较大, 采用的结果评价工具也有所不同, 因此仅进行定性分析, 可能影响结果分析的全面性。

4 结论

综上所述, 运动训练可改善哮喘患儿的FVC%, 而对其他肺功能指标(FEV₁%、PEF%)的改善作用尚存在争议; 运动训练可提高哮喘患儿的运动耐力、有氧能力和生活质量。但本研究纳入的系统评价/Meta分析的方法学质量较低, 未来进行系统评价/Meta分析时应注意报告的规范和完整性, 以提供高质量的证据支持。

作者贡献: 刘曦璇、刘玉琳负责论文设计; 刘曦璇、杨姝晖、魏红雨负责资料收集、数据整理、数据分析; 刘曦璇负责数据解释、论文撰写; 刘曦璇、刘玉琳、杨姝晖、魏红雨、王紫娟负责论文修订; 刘玉琳负责文章的质量控制和审校, 对文章整体负责、监督管理。

本文无利益冲突。

©The author(s) 2024. This is an open access article under the CC BY-NC-ND 4.0 License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

参考文献

- [1] AZIZ D A, SAJJAD M A, ASAD A. Global Initiative for Asthma (GINA) guideline: achieving optimal asthma control in children aged 6–11 years [J]. *Monaldi Arch Chest Dis*, 2023. [Online ahead of print]. DOI: 10.4081/monaldi.2023.2701.
- [2] 中华医学会儿科学分会呼吸学组, 《中华儿科杂志》编辑委员会. 儿童支气管哮喘诊断与防治指南(2016年版) [J]. *中华儿科杂志*, 2016, 54 (3): 167–181. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0578-1310.2016.03.003.
- [3] 中华儿科杂志编辑委员会, 中华医学会儿科学分会呼吸学组, 中国医师协会儿科医师分会儿童呼吸专业委员会. 儿童支气管哮喘规范化诊治建议(2020年版) [J]. *中华儿科杂志*, 2020, 58 (9): 708–717. DOI: 10.3760/cma.j.cn112140-20200604-00578.
- [4] XIANG L, ZHAO J, ZHENG Y J, et al. Uncontrolled asthma and its risk factors in Chinese children: a cross-sectional observational study [J]. *J Asthma*, 2016, 53 (7): 699–706. DOI: 10.3109/02770903.2016.1144199.
- [5] 中国医药教育协会儿科专业委员会, 中华医学会儿科学分会呼吸学组哮喘协作组, 中国医师协会呼吸医师分会儿科呼吸工作委员会, 等. 中国哮喘儿童运动处方专家共识 [J]. *中华实用儿科临床杂志*, 2022, 37 (8): 563–571. DOI: 10.3760/cma.j.cn101070-20220310-00247.
- [6] 肖义然, 张蓝天, 邱俊强, 等. 运动改善老年人心肺功能存在剂量效应的系统综述与Meta分析 [J]. *中国体育科技*, 2022, 58 (7): 48–59. DOI: 10.16470/j.csst.2021102.
- [7] BOULET L P, REDDEL H K, BATEMAN E, et al. The Global Initiative for Asthma (GINA): 25 years later [J]. *Eur Respir J*, 2019, 54 (2): 1900598. DOI: 10.1183/13993003.00598-2019.
- [8] SHEA B J, REEVES B C, WELLS G, et al. AMSTAR 2: a critical appraisal tool for systematic reviews that include randomised or non-randomised studies of healthcare interventions, or both [J]. *BMJ*, 2017, 358: j4008. DOI: 10.1136/bmj.j4008.
- [9] 张方圆, 沈傲梅, 曾宪涛, 等. 系统评价方法学质量评价工具AMSTAR 2解读 [J]. *中国循证心血管医学杂志*, 2018, 10 (1): 14–18. DOI: 10.3969/j.issn.1674-4055.2018.01.03.
- [10] GUYATT G H, OXMAN A D, VIST G E, et al. GRADE: an emerging consensus on rating quality of evidence and strength of recommendations [J]. *BMJ*, 2008, 336 (7650): 924–926. DOI: 10.1136/bmj.39489.470347.AD.
- [11] 曾宪涛, 冷卫东, 李胜, 等. 如何正确理解及使用GRADE系统 [J]. *中国循证医学杂志*, 2011, 11 (9): 985–990. DOI: 10.3969/j.issn.1672-2531.2011.09.002.
- [12] 杨姝晖, 刘玉琳, 王倩, 等. 运动康复对支气管哮喘患儿肺功能、有氧能力及生存质量影响的Meta分析 [J]. *中华现代护理杂志*, 2022, 28 (21): 2808–2816. DOI: 10.3760/cma.j.cn115682-20211026-04829.
- [13] 刘芳, 刘怡然, 刘琳. 运动康复训练对支气管哮喘儿童运动能力和生活质量干预效果的系统评价 [J]. *中国当代儿科杂志*, 2021, 23 (10): 1050–1057. DOI: 10.7499/j.issn.1008-8830.2104124.
- [14] JING Z H, WANG X Z, ZHANG P P, et al. Effects of physical activity on lung function and quality of life in asthmatic children: an updated systematic review and meta-analysis [J]. *Front Pediatr*, 2023, 11: 1074429. DOI: 10.3389/fped.2023.1074429.
- [15] ZHOU L Y, XU H F. Feasibility of exercise therapy for children with asthma: a meta-analysis [J]. *Front Cell Dev Biol*, 2023, 11: 1192929. DOI: 10.3389/fcell.2023.1192929.
- [16] RAMACHANDRAN H J, JIANG Y, SHAN C H, et al. A systematic review and meta-analysis on the effectiveness of swimming on lung function and asthma control in children with asthma [J]. *Int J Nurs Stud*, 2021, 120: 103953. DOI: 10.1016/j.ijnurstu.2021.103953.
- [17] LIU Y R, ZHAO Y, LIU F, et al. Effects of physical exercises on pulmonary rehabilitation, exercise capacity, and quality of life in children with asthma: a meta-analysis [J]. *Evid Based Complement Alternat Med*, 2021, 2021: 5104102. DOI: 10.1155/2021/5104102.
- [18] ZHANG W J, WANG Q, LIU L L, et al. Effects of physical therapy on lung function in children with asthma: a systematic review and meta-analysis [J]. *Pediatr Res*, 2021, 89 (6):

- 1343–1351.DOI: 10.1038/s41390-020-0874-x.
- [19] LOPES W A, PORTO F E, LEITE N.Effect of physical training on exercise-induced bronchospasm in young asthmatics [J].*Rev Bras Med Esporte*, 2020, 26 (1): 77–81.DOI: 10.1590/1517-869220202601201675.
- [20] 郭梦晗, 娄丹丹.运动康复训练改善支气管哮喘儿童运动能力及生活质量的效果 [J].*深圳中西医结合杂志*, 2023, 33 (7): 134–136.DOI: 10.16458/j.cnki.1007-0893.2023.07.042.
- [21] 赵颖.运动在支气管哮喘患者康复治疗中的疗效分析 [J].*双足与保健*, 2018, 27 (7): 116–117.DOI: 10.19589/j.cnki.issn1004-6569.2018.07.116.
- [22] 刘雪茹, 陈和斌, 胡艳, 等.儿童哮喘及咳嗽变异性哮喘肺功能检查临床应用价值研究 [J].*临床肺科杂志*, 2019, 24 (2): 255–257, 261.DOI: 10.3969/j.issn.1009-6663.2019.02.015.
- [23] 楚喜田, 李强.肺功能检查在儿童哮喘中的应用价值 [J].*实用心脑血管病杂志*, 2017, 25 (S2): 90–91.
- [24] YIN G, XIE Z, WU P, et al.Appropriate physical training helps to relieve clinical symptoms of pediatric asthma: a meta-analysis [J].*Int J Clin Exp Med*, 2019, 12 (3): 2079–2087.
- [25] CÔTÉ A, TURMEL J, BOULET L P.Exercise and asthma [J].*Semin Respir Crit Care Med*, 2018, 39 (1): 19–28.DOI: 10.1055/s-0037-1606215.
- [26] 冯雍, 尚云晓, 陈荣, 等.儿童肺功能检查和呼出气一氧化氮测定应用现状调查分析 [J].*中国实用儿科杂志*, 2021, 36 (3): 216–222.DOI: 10.19538/j.ek2021030613.
- [27] 陈琼, 王凤琴, 孙欣.有氧运动改善哮喘儿童运动能力和生活质量的实验研究 [J].*广州体育学院学报*, 2020, 40 (5): 125–128.DOI: 10.13830/j.cnki.cn44-1129/g8.2020.05.026.
- [28] SAUNDERS P U, PYNE D B, TELFORD R D, et al.Factors affecting running economy in trained distance runners [J].*Sports Med*, 2004, 34 (7): 465–485.DOI: 10.2165/00007256-200434070-00005.
- [29] FANELLI A, CABRAL A L, NEDER J A, et al.Exercise training on disease control and quality of life in asthmatic children [J].*Med Sci Sports Exerc*, 2007, 39 (9): 1474–1480.DOI: 10.1249/mss.0b013e3180d099ad.
- [30] KOVÁČIKOVÁ Z, NEUMANNOVA K, RYDLOVA J, et al.The effect of balance training intervention on postural stability in children with asthma [J].*J Asthma*, 2018, 55 (5): 502–510.DOI: 10.1080/02770903.2017.1342257.
- [31] COUNIL F P, KARILA C, VARRAY A, et al.Anaerobic fitness in children with asthma: adaptation to maximal intermittent short exercise [J].*Pediatr Pulmonol*, 2001, 31 (3): 198–204.DOI: 10.1002/ppul.1029.
- [32] 曲乙乙, 李金金, 陈亚楠.间歇无氧运动训练对缓解期支气管哮喘患儿肺呼吸功能、运动能力及FeNO水平的影响价值探讨 [J].*辽宁医学杂志*, 2023, 37 (4): 103–106.
- [33] KHDOUR M, ABU GHAYYADEH M, AL-HAMED D, et al.Assessment of quality of life in asthmatic children and adolescents: a cross sectional study in West Bank, Palestine [J].*PLoS One*, 2022, 17 (6): e0270680.DOI: 10.1371/journal.pone.0270680.
- [34] PRIVITERA A, PRIVITERA S.Physical exercise in asthma adolescents: a concept review [J].*Multidiscip Respir Med*, 2023, 18 (1): 924.DOI: 10.4081/mrm.2023.924.
- [35] 张漪然, 杨依云, 蔡倩, 等.支气管哮喘患儿运动现状及其运动量不足的影响因素分析 [J].*实用心脑血管病杂志*, 2023, 31 (3): 68–73.DOI: 10.12114/j.issn.1008-5971.2023.00.063.
- [36] 王行之, 吴诚, 张娟, 等.运动对哮喘的影响及哮喘患儿运动处方研究进展 [J].*中国实用儿科杂志*, 2021, 36 (9): 714–720.DOI: 10.19538/j.ek2021090617.
- [37] FAIÇAL A V B, MOTA L R, CORREIA D A, et al.Telehealth for children and adolescents with chronic pulmonary disease: systematic review [J].*Rev Paul Pediatr*, 2023, 42: e2024111.DOI: 10.1590/1984-0462/2024/42/2022111.
- [38] SILVA-LAVIGNE N, VALDERRAMA A, PELAEZ S, et al.Acceptability of serious games in pediatric asthma education and self-management: pilot study [J].*JMIR Pediatr Parent*, 2022, 5 (2): e33389.DOI: 10.2196/33389.

(收稿日期: 2024-02-08; 修回日期: 2024-06-05)

(本文编辑: 崔丽红)