

中国儿童青少年代谢综合征患病率的 Meta 分析



高雨霏¹, 张力之¹, 朱文萱¹, 吴娜¹, 李光萍², 郭思思², 宋花玲¹

1. 上海中医药大学公共健康学院 (上海 201203)

2. 上海中医药大学附属宝山医院体检中心 (上海 201999)

【摘要】目的 通过 Meta 分析系统评价中国儿童青少年代谢综合征 (metabolic syndrome, MS) 的流行现状, 为其早期防治干预提供参考。方法 在中国知网、万方、中国生物医学文献数据库 (CBM)、中华医学期刊全文数据库、PubMed、Embase 和 the Cochrane Library 中检索中国儿童青少年 MS 患病率及流行病学相关研究, 检索时限为建库至 2024 年 2 月 1 日。按照预先制定的纳入和排除标准进行文献筛选、数据提取, 采用乔安娜布里格斯研究所 (Joanna Briggs Institute, JBI) 评价工具进行文献质量评价。采用 Review Manager 5.4.1 软件进行统计学分析, 并对性别、体重、年龄等因素进行亚组分析。结果 共纳入 28 篇文献, 其中中文文献 24 篇、英文文献 4 篇。依据 Cook 标准、中国儿童青少年代谢综合征定义和防治建议 (CHN2012) 标准、国际糖尿病联盟 (International Diabetes Federation, IDF) 标准, 中国儿童青少年 MS 患病率分别为 5%、4% 及 3%。按照 3 种诊断标准, MS 患病率均表现为男生 > 女生、肥胖组 > 超重组 > 正常组。结论 儿童青少年 MS 在我国呈流行趋势, 超重和肥胖是 MS 的重要危险因素, 男生较女生更容易患 MS, 因此应对儿童青少年超重、肥胖问题采取积极干预措施, 同时重点关注男生 MS 相关指标的情况, 以控制 MS 的发生。

【关键词】代谢综合征; 儿童青少年; 患病率; Meta 分析

【中图分类号】R 589 **【文献标识码】**A

Prevalence of metabolic syndrome in Chinese children and adolescents: a Meta-analysis

GAO Yufei¹, ZHANG Lizhi¹, ZHU Wenxuan¹, WU Na¹, LI Guangping², GUO Sisi², SONG Hualing¹

1. School of Public Health, Shanghai University of Traditional Chinese Medicine, Shanghai 201203, China

2. Medical Examination Center, Baoshan Hospital, Shanghai University of Traditional Chinese Medicine, Shanghai 201999, China

Corresponding authors: GUO Sisi, Email: graceyellow@126.com; SONG Hualing, Email: 99SHL@163.com

【Abstract】Objective To systematically evaluate the prevalence of metabolic syndrome (MS) in Chinese children and adolescents through Meta-analysis, in order to provide

DOI: 10.12173/j.issn.1004-4337.202407024

基金项目: 中国博士后科学基金项目 (2022M722164); 上海市市级大学生创业训练计划项目 (202310268153、202410268154); 上海中医药大学预算内科研项目 (2021LK008)

通信作者: 郭思思, 副主任医师, Email: graceyellow@126.com

宋花玲, 副教授, Email: 99SHL@163.com

reference for early prevention and treatment of MS. **Methods** CNKI, Wanfang Data, CBM, Full-text Database of Chinese Medical Journal, PubMed, Embase and the Cochrane Library were searched for relevant studies on the prevalence and epidemiology of MS in Chinese children and adolescents from the establishment of the databases to February 1, 2024. Literature screening and data extraction were conducted based on pre-established inclusion and exclusion criteria. The quality of literature was evaluated using the Joanna Briggs Institute (JBI) evaluation tool. Statistical analysis was performed using Review Manager 5.4.1 software with subgroup analysis considering factors such as gender, weight, age etc. **Results** A total of 28 articles were included, including 24 Chinese articles and 4 English articles. According to Cook standard, the definition and prevention recommends of metabolic syndrome in Chinese children and adolescents (CHN2012) standard, and International Diabetes Federation (IDF) standard, the prevalence rates of MS in Chinese children and adolescents were 5%, 4% and 3%, respectively. According to the three diagnostic criteria, the prevalence rate of MS was higher in boys than girls, and higher in the obese group and overweight group compared to the normal group. **Conclusion** Overweight and obesity were significant risk factors for MS in Chinese children and adolescents. Boys were more susceptible to MS than girls. Therefore, active intervention measures should be taken for overweight and obesity in children and adolescents, while focusing on relevant indicators for boys' MS, in order to control the occurrence of MS.

【Keywords】 Metabolic syndrome; Children and adolescents; Prevalence; Meta-analysis

儿童青少年代谢综合征 (metabolic syndrome, MS) 是以肥胖、胰岛素抵抗、高血糖、高血压及血脂异常等集结发病为主要特征的一组临床症候群, 不仅会间接导致血管和神经系统并发症, 如中风, 还与成年后心脑血管疾病、II 型糖尿病的发生密切相关^[1-2]。由于饮食生活习惯的变化, 超重和肥胖在青少年人群中越来越普遍^[3], MS 的发病率也随之增高。2019 年美国健康和营养调查数据显示, 青少年 MS 患病率为 3.3%~8.8%^[4], 2016—2017 年中国 7~17 岁儿童青少年 MS 总患病率为 5.98%^[4], 与 2002 年中国国民营养与健康调查结果 (3.7%)^[1] 相比明显上升。国内已有学者在不同时间、不同地区对儿童青少年 MS 患病率进行流行病学调查, 但较新的大样本调查相对缺乏。由于各调查选取的诊断标准不同, 进行 MS 患病率的对比存在困难。为得出基于不同诊断标准、较大样本量、可信度高的参考值, 本研究采用 Meta 分析方法, 通过文献检索, 选取调查人数多、代表性好、质量高的文献并按不同标准分类合并, 系统性地梳理我国儿童青少年 MS 患病率及流行现状, 为进一步研究针对儿童青少年 MS 积极有效的防治策略和干预措施提供科学参考, 以期减少我国 MS 的发生, 促进儿童青少年身心健康发展。

1 资料与方法

1.1 纳入与排除标准

1.1.1 纳入标准

①研究对象为我国 6~18 岁儿童青少年群体; ②研究类型为现况研究; ③ MS 患病率及诊断标准为 CHN2012 标准、国际糖尿病联盟 (International Diabetes Federation, IDF) 或 Cook 标准; ④研究对象人数具有代表性; ⑤报告原始数据的文献。

1.1.2 排除标准

①重复发表的研究; ② MS 患者临床特征的研究; ③非中国青少年 MS 患者的研究; ④综述类研究等。

1.2 文献检索策略

系统检索中国知网、万方、中国生物医学文献数据库 (CBM)、中华医学期刊全文数据库、PubMed、Embase 和 the Cochrane Library 数据库中有关中国儿童青少年 MS 患病率的文献, 检索时限为建库至 2024 年 2 月 1 日。采用主题词和自由词相结合的检索方式, 并对纳入文献的参考文献进行人工逐一排查, 用于补充计算机检索结果。中文检索词包括代谢综合征、代谢异常综合

征、X 综合征、胰岛素抵抗综合征、儿童青少年、患病率，英文检索词包括 metabolic syndrome、dysmetabolic syndrome、syndrome x、insulin resistance syndrome、children and adolescent、prevalence。以 PubMed 为例，具体检索策略见框 1。

```
#1 epidemiology [MeSH Subheading]
#2 prevalence [MeSH Terms] OR prevalence [Text Word]
#3 #1 OR #2
#4 "metabolic syndrome" [MeSH Terms] OR "metabolic syndrome" [Text Word]
#5 adolescent [MeSH Terms] OR adolescent [Text Word]
#6 China [Affiliation]
#7#3 AND #4 AND #5 AND #6
```

框1 PubMed检索策略

Box 1. Search Strategy in PubMed

1.3 文献筛选与资料提取

通过阅读文献题目及摘要进行初筛，再阅读全文进行复筛，然后根据纳入及排除标准剔除不合格的文献。此过程由 3 名研究人员根据纳入、排除标准独立筛选文献，对筛选结果不一致处共同进行讨论核查，直到达成一致。由 2 名研究人员按照预先制定的文献信息摘录表格独立进行数据提取，提取的内容包括研究基本信息（作者、发表年份、地区等）和研究内容重要信息（样本量、患者年龄等）。

1.4 文献质量评价

由 2 名研究人员采用乔安娜布里格斯研究所（Joanna Briggs Institute, JBI）评价工具独立对纳入文献进行质量评价，该工具包含 9 个条目，分别以“是”“否”“不清楚”“不适用”进行评价，其中，样本量是否足够根据国际推荐的患病率研究最小样本量计算值进行判断^[7-8]。将回答“是”的比例作为划分研究质量的依据，比例 $\geq 70\%$ 为高质量，比例在 $40\% \sim 69\%$ 为中等质量，比例 $\leq 39\%$ 为低质量^[9]。

1.5 统计分析

采用 Review Manager 5.4.1 软件进行统计学分析。将患病率及其 95% 置信区间（confidence interval, CI）作为效应量。使用 I^2 统计量和 Q 检验评估各研究间异质性，若 $P > 0.1$ 且 $I^2 < 50\%$ ，提示研究间存在较低的异质性，采用固定效应模型进行 Meta 分析；若 $P \leq 0.1$ 或 $I^2 \geq 50\%$ ，提

示研究间存在显著的异质性，采用随机效应模型。按照性别、体重、城乡、年龄等因素分层进行亚组分析，以探索异质性来源。通过绘制漏斗图检测发表偏倚。通过将每一项研究分别排除后重新计算合并效应值进行敏感性分析，以评估结果的稳健性。采用双侧检验，以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 文献筛选流程及结果

检索数据库共获得 1 199 篇文献，经逐步筛选，最终纳入 28 篇文献^[5, 10-36]，其中中文文献 24 篇、英文文献 4 篇。文献筛选流程及结果见图 1。

2.2 纳入文献的基本特征

纳入文献涵盖了中国 14 个省、4 个直辖市及香港特别行政区的儿童青少年。按 IDF 标准、CHN2012 标准、Cook 标准报告的文献分别为 13、13、12 篇，总计 205 866 人，其中 28 篇文献^[5, 10-36] 报告了总患病率，24 篇文献^[5, 10, 12-18, 20-21, 23-27, 29-36] 按性别报告，13 篇文献^[11-16, 18-19, 21-22, 27, 29-30] 按体重报告，10 篇文献^[5, 15, 18, 20, 23, 25-26, 31, 35-36] 按年龄报告，7 篇文献^[5, 10, 15, 23, 30-33] 按地区报告，高质量文献 25 篇、中等质量文献 3 篇，见表 1。

2.3 儿童青少年 MS 患病率

Meta 分析结果显示，按照 Cook 标准，中国儿童青少年 MS 患病率为 5%（图 2）；按照 CHN2012 标准，中国儿童青少年 MS 患病率为 4%（图 3）；按照 IDF 标准，中国儿童青少年 MS 患病率为 3%（图 4）。

2.4 亚组分析

如表 2-表 3 所示，按照 Cook 标准，7~17 岁男生的 MS 患病率为 6%，7~17 岁女生的 MS 患病率为 4%，正常体重、超重和肥胖儿童青少年 MS 患病率分别为 1%、11%、31%；按照 CHN2012 标准，7~17 岁男生的 MS 患病率为 4%，7~17 岁女生的 MS 患病率为 3%，正常体重、超重和肥胖儿童青少年 MS 患病率分别为 1%、7%、26%；按照 IDF 标准，7~17 岁男生的 MS 患病率为 4%，7~17 岁女生的 MS 患病率为 2%，正常体重、超重和肥胖儿童青少年 MS 患病率分别为 0%、7%、19%。按 3 种诊断标准，MS 患病率均表现为男生 > 女生、肥胖组 > 超重组 > 正常组。

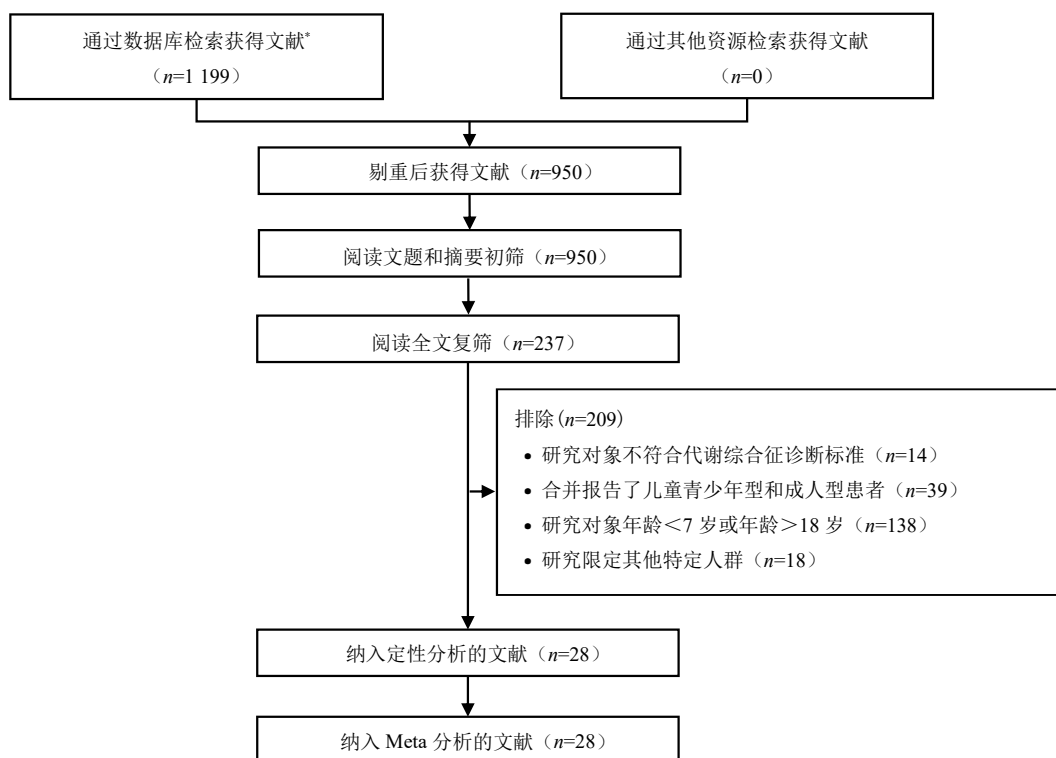


图1 文献筛选流程图

Figure 1. Flowchart of literature screening

注：*检索的数据库及具体文献检出数为中国知网（ $n=74$ ）、万方（ $n=206$ ）、CBM（ $n=314$ ）、中华医学期刊全文数据库（ $n=71$ ）、PubMed（ $n=337$ ）、Embase（ $n=195$ ）、the Cochrane Library（ $n=2$ ）。

表1 纳入文献基本情况及质量评价

Table 1. Basic information and quality evaluation of the included literature

第一作者	发表年份	地区	诊断标准	年龄 (岁)	人数	男/女	抽样方法	患病率 (%)	结果报告形式	文献质量
Ozaki R ^[10]	2007	香港	Cook标准	12~20	2 115	960/1 155	分层整群随机抽样	2.4	按性别、地区	高
彭育欢 ^[11]	2008	贺州	IDF标准	6~18	5 682	2 837/2 845	分层抽样	0.62	按体重	高
季红 ^[12]	2008	济南	IDF标准	10~12	2 649	1 397/1 252	整群随机抽样	3.09	按体重、性别	高
徐轶群 ^[13]	2008	北京	Cook标准	14~16	2 042	1 020/1 022	-	1.616	按性别、体重	中
Xu YQ ^[14]	2008	北京	Cook标准	14~16	2 020	1 007/1 013	-	3.3	按性别、体重	高
伍晓艳 ^[15]	2011	8个城市 ^a	IDF标准	12~18	5 769	-	随机整群抽样	1.6	按性别、年龄、体重、地区、城乡	高
薄慧 ^[16]	2012	天津	IDF标准	10~15	2 596	1 311/1 285	分层整群随机抽样	3.12	按性别、体重	高
厉平 ^[17]	2012	辽阳	IDF标准	11~16	910	485/425	随机整群抽样	7.6	按性别	高
于冬梅 ^[18]	2012	8个省市 ^c	Cook标准	7~17	2 752	1 395/1 357	分层多阶段整群随机抽样	3.2	按性别、年龄、体重	高
邵际晓 ^[19]	2012	重庆	Cook标准	12~18	699	345/354	多阶段整群随机抽样	2.7	按体重	高

续表1

第一作者	发表年份	地区	诊断标准	年龄(岁)	人数	男/女	抽样方法	患病率(%)	结果报告形式	文献质量
吴金贵 ^[20]	2013	上海	IDF标准	7~17	255	130/125	多阶段分层与人口成比例的整群随机抽样	1.18	按年龄、性别	高
儿童代谢综合征中国工作组 ^[21]	2013	6个城市 ^c	CHN2012/ IDF2007标准	7~16	22 071	11 638/ 10 433	整群分层抽样	2.4/1.4	按性别、体重	高
邱吉凤 ^[22]	2014	浙江	CHN2012标准	10~15	2 125	1 109/1 016	分层抽样	2.0	按体重	高
徐勇军 ^[23]	2014	咸宁	CHN2012标准	10~16	11 436	6 023/5 414	-	1.6	按年龄、性别、地区、是否独生	高
郭超 ^[24]	2014	辽阳	CHN2012/ Cook标准	11~16	936	498/431	随机分层整群抽样	10.98/7.93/ 16.2	按性别	高
孔春妍 ^[25]	2015	济南	CHN2012标准	13~15	6 862	3 419/3 443	-	1.4	按性别、年龄、中心性肥胖	中
刘永昆 ^[26]	2015	哈尔滨	IDF标准	10~18	1 640	816/824	整群抽样	5.4	按性别、年龄、年级	高
陈佳旭 ^[27]	2015	重庆	CHN2012/ Cook标准	-	1 493	782/711	多阶段整群抽样	5.02/2.68/ 7.03	按性别、体重	高
范尧夫 ^[28]	2016	苏州	CHN2012标准	10~16	663	392/271	整群抽样	6.49	-	高
王嫣嫣 ^[29]	2016	重庆	CHN2012标准	7~16	3 764	1 948/1 816	整群随机抽样	0.45	按性别、体重	高
王政和 ^[30]	2017	7个省份 ^d	CHN2012标准	10~16	9 296	4 754/4 542	分层整群随机抽样	4.1	按性别、体重、地区	高
王明明 ^[31]	2017	济南	IDF/ Cook标准	7~17	7 961 170	599/571	方便整群抽样	3.24/5.30/ 6.79	按性别、年龄	高
何宇纳 ^[32]	2017	中国	CHN2012/ Cook标准	10~17	16 872	8 547/8 325	多阶段分层与人口成比例的整群随机抽样	2.4/4.3	按性别、地区	高
Zhu Y ^[33]	2020	7个省市 ^b	IDF标准	7~18	15 045	7 711/7 334	整群随机抽样	2.3	按性别、地区	高
肖扬 ^[34]	2020	常州	CHN2012/ Cook标准	12~15	1 097	610/487	整群抽样	2.3/2.8/ 3.0	按性别	高
杨清梅 ^[35]	2021	银川	CHN2012标准	12~18	1 956	1 019/937	方便抽样	7.9	按性别、年龄	高
Shi J ^[5]	2022	中国	Cook标准	7~17	54 269	26 678/ 27 591	多阶段分层整群随机抽样	5.98	按性别、地区、年龄、维生素A、维生素D水平	中
张静娴 ^[36]	2022	江苏	Cook标准	7~17	3 025	1 520/1 505	多阶段分层整群随机抽样	5.1	按性别、年龄	高

注：^a包括北京市、绍兴市、广州市、太原市、哈尔滨市、蚌埠市、重庆市、贵阳市；^b包括湖南省、天津市、宁夏省、上海市、广州市、重庆市、辽宁省；^c包括北京市、山西省、黑龙江省、浙江省、安徽省、山东省、广东省、贵州省；^d包括广东省、湖南省、辽宁省、上海市、重庆市、天津市、宁夏回族自治区；^e包括北京市、天津市、杭州市、上海市、重庆市、南京市。Cook标准，Cook等根据美国国家胆固醇教育计划成人治疗组第三次报告（NCEP-ATPⅢ）所修订的诊断标准；IDF标准，国际糖尿病联盟（International Diabetes Federation）标准；CHN2012标准，中国儿童青少年代谢综合征定义和防治建议标准。

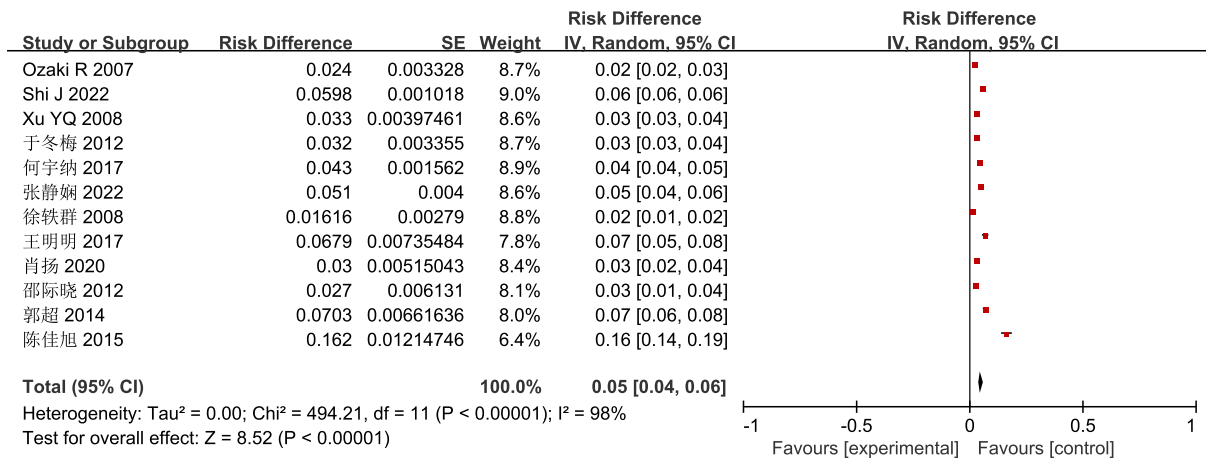


图2 基于Cook标准的中国儿童青少年代谢综合征患病率的Meta分析

Figure 2. Meta-analysis of the prevalence of metabolic syndrome in Chinese children and adolescents based on Cook standard

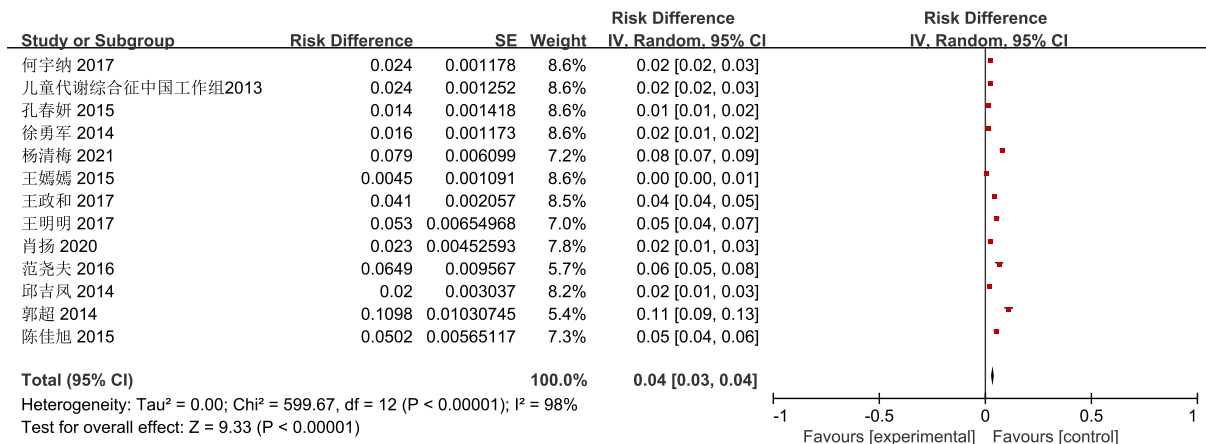


图3 基于CHN2012标准的中国儿童青少年代谢综合征患病率的Meta分析

Figure 3. Meta-analysis of the prevalence of metabolic syndrome in Chinese children and adolescents based on CHN2012 standard

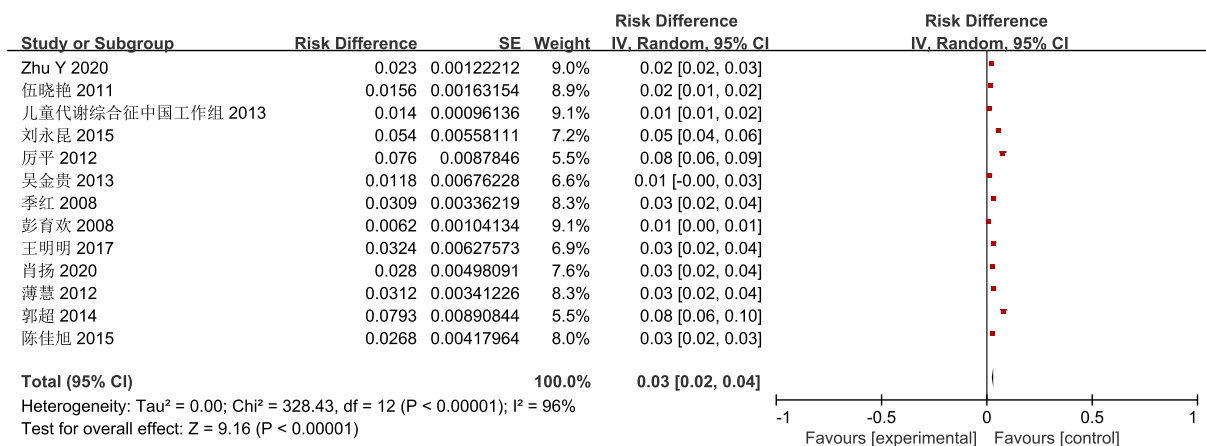


图4 基于IDF标准的中国儿童青少年代谢综合征患病率的Meta分析

Figure 4. Meta-analysis of the prevalence of metabolic syndrome in Chinese children and adolescents based on IDF standard

表2 Cook标准下各亚组儿童青少年代谢综合征患病率

Table 2. The prevalence of metabolic syndrome in children and adolescents within different subgroups based on Cook standard

因素	纳入文献数	人数	患病率 (95%CI)	I ² 值	P值
性别					
男性	10 ^[5, 10, 13-14, 18, 24, 27, 31-32, 36]	42 984	0.06 (0.04~0.07)	98%	<0.001
女性	10 ^[5, 10, 13-14, 18, 24, 27, 31-32, 36]	43 690	0.04 (0.03~0.06)	98%	<0.001
组间				60%	0.11
体重					
正常	5 ^[5, 13, 18-19, 27]	48 012	0.01 (0.01~0.02)	90%	<0.001
超重	5 ^[5, 13, 18-19, 27]	7 543	0.11 (0.04~0.18)	98%	<0.001
肥胖	5 ^[5, 13, 18-19, 27]	5 819	0.31 (0.23~0.38)	88%	<0.001
组间				96.8%	<0.001
年龄 (岁)					
7~13	3 ^[18, 31, 36]	5 095	0.05 (0.03~0.07)	92%	<0.001
13~17	3 ^[18, 31, 36]	1 838	0.06 (0.05~0.07)	0%	0.73
组间				0%	0.55
城乡					
城镇	4 ^[5, 10, 18, 32]	38 744	0.04 (0.02~0.06)	99%	<0.001
农村	4 ^[5, 10, 18, 32]	37 256	0.03 (0.01~0.05)	99%	<0.001
组间				0%	0.51

表3 CHN2012标准下各亚组儿童青少年代谢综合征患病率

Table 3. The prevalence of metabolic syndrome in children and adolescents within different subgroups based on CHN2012 standard

因素	纳入文献数	人数	患病率 (95%CI)	I ² 值	P值
性别					
男性	12 ^[21-25, 27, 29-32, 34-35]	40 937	0.04 (0.03~0.06)	98%	<0.001
女性	12 ^[21-25, 27, 29-32, 34-35]	38 126	0.03 (0.02~0.03)	97%	<0.001
组间				84%	0.01
体重					
正常	3 ^[27, 29-30]	11 108	0.01 (0.00~0.01)	0%	<0.001
超重	3 ^[27, 29-30]	1 735	0.07 (0.00~0.14)	98%	0.060
肥胖	4 ^[21, 27, 29-30]	3 080	0.26 (0.14~0.37)	98%	<0.001
组间				90.8%	<0.001
年龄 (岁)					
7~13	3 ^[23, 30-31]	10 440	0.04 (0.01~0.06)	98%	0.003
13~17	3 ^[23, 30-31]	11 553	0.02 (0.01~0.02)	72%	<0.001
组间				34%	0.22
城乡					
城镇	2 ^[23, 32]	15 346	0.02 (0.02~0.03)	95%	<0.001
农村	2 ^[23, 32]	12 963	0.02 (0.01~0.02)	91%	<0.001
组间				63.2%	0.10

表4 IDF标准下各亚组儿童青少年代谢综合征患病率

Table 4. The prevalence of metabolic syndrome in children and adolescents within different subgroups based on IDF standard

因素	纳入文献数	人数	患病率 (95%CI)	I ² 值	P值
性别					
男性	10 ^[12, 15-17, 20-21, 24, 26-27, 33]	28 125	0.04 (0.03~0.05)	93%	<0.001
女性	10 ^[12, 15-17, 20-21, 24, 26-27, 33]	26 451	0.02 (0.01~0.03)	89%	<0.001
组间				91.7%	<0.001
体重					
正常	7 ^[11-12, 15-17, 26-27]	14 687	0.00 (0.00~0.00)	59%	<0.001
超重	7 ^[11-12, 15-17, 26-27]	2 117	0.07 (0.05~0.09)	68%	<0.001
肥胖	8 ^[11-12, 15-17, 21, 26-27]	3 401	0.19 (0.15~0.23)	85%	<0.001
组间				98.5%	<0.001
年龄 (岁)					
7~13	1 ^[31]	433	0.04 (0.02~0.06)	-	-
13~17	1 ^[31]	363	0.02 (0.01~0.04)	-	-
组间				-	-
城乡					
城镇	1 ^[12]	2 129	0.04 (0.03~0.05)	-	-
农村	1 ^[12]	610	0.00 (0.00~0.01)	-	-
组间				-	-

2.5 发表偏倚与敏感性分析

如图5所示,漏斗图呈不对称分布,提示存在发表偏倚的风险。敏感性分析显示,去除任何1篇文献对合并效应值及异质性未产生显著影响,表明本研究结果具有一定的稳健性。

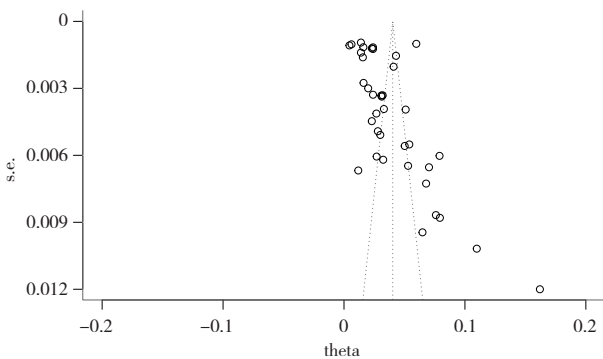


图5 漏斗图

Figure 5. Funnel plot

3 讨论

本研究表明我国儿童青少年MS患者患病率为5.0% (Cook标准)、4.0% (CHN2012标准)

和3.0% (IDF标准),且各地区之间存在差异,提示不同诊断标准的选择对MS患病率的检出有显著影响,且不同环境下的患病率可能受多种因素的影响,如环境、生活方式、遗传因素等。因此,在进行MS的流行病学研究和临床诊断时,选择合适的诊断标准并考虑地区特性是十分重要的。研究显示,全球儿童MS患病率为2.8% (95%CI: 1.4%~6.7%),青少年的MS患病率为4.8% (95%CI: 2.9%~8.5%)^[37],本研究结果与其他国家报告的结果相近。

本研究共纳入2007—2022年发表的28篇文献,通过Meta分析方法描述了我国儿童青少年MS流行现状。关于MS的定义及其具体组分和各组分指标的异常阈值存在较大争议。MS的诊断标准也在不断更新和改进,这导致同一人群在采用不同标准进行诊断时可能得出不同的患病率结果。目前最常用的儿童MS诊断标准有Cook标准、CHN2012标准和IDF标准,本研究显示,采用以上3个标准,儿童MS患病率分别为5.0%、4.0%和3.0%。儿童MS中国工作组于2010年对6个城市儿童调查研究发现,采用CHN2012标准诊

断 MS 的患病率高于采用 IDF 标准诊断 MS 的患病率^[21]；郭超、陈佳旭等的研究结果显示，应用 Cook 标准诊断 MS 的患病率最高，CHN2012 标准诊断 MS 的患病率居中，IDF 标准诊断 MS 的患病率最低^[24, 27]；何宇纳等的研究结果显示，采用 Cook 标准诊断 MS 的患病率高于采用 CHN2012 标准诊断 MS 的患病率^[32]；肖杨等的研究结果显示，应用 Cook 标准诊断 MS 的患病率最高，IDF 标准诊断 MS 的患病率居中，CHN2012 标准诊断 MS 的患病率最低^[34]。三种 MS 诊断标准都有其各自特点，应用 Cook 标准诊断 MS 最为敏感，IDF 标准诊断 MS 较保守，CHN2012 标准居中。在比较 MS 患病率地区差异及时间变化趋势时，应注意不同标准诊断 MS 的差异。

Cook 标准在诊断高血压时取同年龄、同性别血压的 P_{90} ，较使用固定切点的 IDF 标准能更科学有效地检出高血压患者，且 Cook 标准以 P_{90} 为切点值，低于 CHN2012 标准切点值 P_{95} ，更能检出正常高值血压的儿童青少年。三种诊断标准对于高甘油三酯血症的切点不同，Cook 标准的切点值最低，相对检出率最高。研究表明，甘油三酯升高是与 MS 关联最强的因素^[38]，Cook 标准更能检出临界高值儿童。IDF 标准与 CHN2012 标准较为一致，均以中心性肥胖（腹型肥胖）作为诊断儿童青少年 MS 的基本指标，取相同的空腹血糖（fasting plasma glucose, FPG）切点值 $\geq 5.6 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ ，胆固醇异常诊断标准中均包括高密度脂蛋白胆固醇（high-density lipoprotein cholesterol, HDL-C） $< 1.03 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。但研究发现，仅采用 FPG 作为糖代谢紊乱指标不够稳定，易受情绪、压力、疾病等因素干扰，可能漏诊存在 MS 风险的儿童青少年^[39]，CHN2012 标准中增加了口服葡萄糖糖耐量试验 2 h 血糖 $\geq 7.8 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 且 $< 11.1 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ ，能更准确地进行筛选。2011 年美国儿科学会研究结果显示儿童高非高密度脂蛋白胆固醇（non-high-density lipoprotein cholesterol, non-HDL-C）水平与成人期心血管疾病风险密切相关^[40]，因此 CHN2012 标准将 non-HDL-C $\geq 3.76 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 纳入 MS 诊断标准，能更好地识别 MS 高危人群。临床应用比较发现 CHN2012 标准较 IDF 标准更能预测早期血管病变^[41]，因此 CHN2012 标准较 IDF 标准可以更有效地检出高血压、脂代谢异常

等危险因素。

本研究通过亚组分析发现，在三种诊断标准中，超重和肥胖人群患 MS 的概率远高于体重正常人群，而体重属于可改变因素中影响程度较深的因素。关于肥胖导致青少年患 MS 的机制有很多，相关研究表明，脂肪在体内的过度堆积会导致脂肪组织中的亲炎因子和抗炎因子的表达处于失衡状态^[42]，从而导致机体长期处于慢性炎症反应^[43]，这种炎症状态很大程度上可以解释青少年 MS 的发病原因。在性别方面，在三种诊断标准下，男生 MS 患病率均高于女生，但有研究发现两种性别的人群 MS 患病率相等^[44]，或女性青少年的 MS 患病率高于男性^[45]。目前有较少的证据证明性别是导致青少年 MS 发病的原因，有待大样本的人群调查进一步证实。在城乡分布方面，MS 检出率在城乡之间无显著差异，与既往研究一致^[46]，这提示城市与农村青少年群体都应成为预防和干预措施的关注对象。

本研究存在一定局限性，除 Meta 分析方法本身的局限之外，多种儿童青少年 MS 诊断标准可能导致结果存在差异，有待今后的研究进行更广泛的验证和探究。本文的创新性在于结合三种诊断标准差异进行分析，为后续的调查研究或临床应用选择诊断标准提供一定参考，更有利于早期实施防治措施并降低成年期心血管疾病和 II 型糖尿病的发生风险。本研究结合近年来 MS 影响因素的相关研究，分析了性别、体重、年龄、城乡等因素对儿童青少年 MS 患病率的影响，对筛选儿童青少年中 MS 高危人群、采取针对性干预措施并预防 MS 的发生有重要意义。

综上所述，儿童青少年 MS 在我国呈流行趋势，超重和肥胖是 MS 的重要危险因素，男生较女生更容易患 MS，因此应对儿童青少年超重、肥胖问题采取积极干预措施，积极开展健康教育，培养健康的生活行为方式，以减轻 MS 带来的疾病负担及心脑血管疾病发生风险，同时应积极关注男生 MS 相关指标的情况，以控制 MS 的发生。

参考文献

- 1 Zimmet P, Alberti G, Kaufman F, et al. The metabolic syndrome in children and adolescents[J]. *Lancet*, 2007, 369(9579): 2059–2061. DOI: [10.1016/S0140-6736\(07\)60958-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(07)60958-1).

- 2 Grundy SM, Cleeman JI, Daniels SR, et al. Diagnosis and management of the metabolic syndrome: an American Heart Association/National Heart, Lung, and Blood Institute Scientific Statement[J]. *Circulation*, 2005, 112(17): 2735–2752. DOI: [10.1161/CIRCULATIONAHA.105.169404](https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.105.169404).
- 3 Zhang J, Li X, Hawley N, et al. Trends in the prevalence of overweight and obesity among Chinese school-age children and adolescents from 2010 to 2015[J]. *Child Obes*, 2018, 14(3): 182–188. DOI: [10.1089/chi.2017.0309](https://doi.org/10.1089/chi.2017.0309).
- 4 Gaston SA, Tulve NS, Ferguson TF, et al. Abdominal obesity, metabolic dysfunction, and metabolic syndrome in U.S. adolescents: National Health and Nutrition Examination Survey 2011–2016[J]. *Ann Epidemiol*, 2019, 30: 30–36. DOI: [10.1016/j.annepidem.2018.11.009](https://doi.org/10.1016/j.annepidem.2018.11.009).
- 5 Shi J, He L, Yu D, et al. Prevalence and correlates of metabolic syndrome and its components in Chinese children and adolescents aged 7–17: the China National Nutrition and Health Survey of Children and Lactating Mothers from 2016–2017[J]. *Nutrients*, 2022, 14(16): 3348. DOI: [10.3390/nu14163348](https://doi.org/10.3390/nu14163348).
- 6 Li Y, Yang X, Zhai F, et al. Prevalence of the metabolic syndrome in Chinese adolescents[J]. *Br J Nutr*, 2008, 99(3): 565–570. DOI: [10.1017/S0007114507797064](https://doi.org/10.1017/S0007114507797064).
- 7 周英凤, 顾莺, 胡雁, 等. JBI 循证卫生保健中心对关于不同类型研究的质量评价工具——患病率及分析性横断面研究的质量评价 [J]. *护士进修杂志*, 2018, 33(3): 219–221. [Zhou YF, Gu Y, Hu Y, et al. The Joanna Briggs Institute critical appraisal tools for use in systematic review: prevalence study and analytical cross sectional study[J]. *Journal of Nurses Training*, 2018, 33(3): 219–221.] DOI: [10.16821/j.cnki.hsxx.2018.03.007](https://doi.org/10.16821/j.cnki.hsxx.2018.03.007).
- 8 Munn Z, Moola S, Lisy K, et al. Methodological guidance for systematic reviews of observational epidemiological studies reporting prevalence and cumulative incidence data[J]. *Int J Evid Based Healthc*, 2015, 13(3): 147–153. DOI: [10.1097/XEB.0000000000000054](https://doi.org/10.1097/XEB.0000000000000054).
- 9 Naing L, Winn T, Rusli BN. Practical issues in calculating the sample size for prevalence studies[J]. *Archives of Orofacial Sciences*, 2006, 1(1). https://xueshu.baidu.com/usercenter/paper/show?paperid=5d1880748592df5e7946d0dd55ebd8c8&site=xueshu_se&hitarticle=1.
- 10 Ozaki R, Qiao Q, Wong GW, et al. Overweight, family history of diabetes and attending schools of lower academic grading are independent predictors for metabolic syndrome in Hong Kong Chinese adolescents[J]. *Arch Dis Child*, 2007, 92(3): 224–228. DOI: [10.1136/adc.2006.100453](https://doi.org/10.1136/adc.2006.100453).
- 11 彭育欢, 罗秋萍, 苏飞群, 等. 贺州市青少年代谢综合征发病率及其特征 [J]. *内科急危重症杂志*, 2008, 14(4): 184–186. [Peng YH, Luo QP, Su FQ, et al. Incidence and characteristics of metabolic syndrome in adolescences of Hezhou City[J]. *Journal of Internal Intensive Medicine*, 2008, 14(4): 184–186.] DOI: [10.3969/j.issn.1007-1024.2008.04.006](https://doi.org/10.3969/j.issn.1007-1024.2008.04.006).
- 12 季红. 济南市儿童代谢综合征的调查研究 [D]. 济南: 山东大学, 2008. [Ji H. Study of child metabolism syndrome in Jinhai[D]. Jinan: Shandong University, 2008.] DOI: [10.7666/d.y1350516](https://doi.org/10.7666/d.y1350516).
- 13 徐轶群, 季成叶, 马军, 等. 北京市东城区 14–16 岁学生代谢综合征相关症状分析 [J]. *中国学校卫生*, 2008, 29(2): 120–121, 123. [Xu YQ, Ji CY, Ma J, et al. Prevalence of the metabolic syndrome among students aged 14–16 in Beijing[J]. *Chinese Journal of School Health*, 2008, 29(2): 120–121, 123.] DOI: [10.3969/j.issn.1000-9817.2008.02.035](https://doi.org/10.3969/j.issn.1000-9817.2008.02.035).
- 14 Xu YQ, Ji CY. Prevalence of the metabolic syndrome in secondary school adolescents in Beijing, China[J]. *Acta Paediatr*, 2008, 97(3): 348–353. DOI: [10.1111/j.1651-2227.2008.00665.x](https://doi.org/10.1111/j.1651-2227.2008.00665.x).
- 15 伍晓艳, 陶芳标, 郝加虎, 等. 中国 8 市大中学生代谢异常检出率 [C]. 中华预防医学会儿少卫生分会第九届学术交流暨中国教育学会体育与健康分会第一届学校卫生学术交流暨中国健康促进与教育协会学校分会第三届学术交流会论文集. 2011: 624–629. [Wu XY, Tao FB, Hao JH, et al. The detection rate of metabolic abnormalities in college and middle school students in 8 cities of China[C]. Proceedings of the 9th Academic Exchange Meeting of Chinese Preventive Medical Association Children's Health Branch and the 1st School Health Academic Exchange Meeting of Chinese Education Society Physical Education and Health Branch and the 3rd Academic exchange meeting of China Health Promotion and Education Association School Branch, 2011: 624–629.] <https://d.wanfangdata.com.cn/conference/ChZDb25mZXJlbmNlTmV3UzIwMjQwMTA5Egc3NjY4NTc2GggzY2J5ZTd6MQ%3D%3D>.
- 16 薄慧. 天津市静海农村地区学龄期儿童代谢综合征

- 28 范尧夫, 唐春花, 顾晔, 等. 苏州地区青少年代谢综合征及其相关危险因素的流行病学调查研究 [J]. 中国社区医师, 2016, 32(28): 173-174, 176. [Fan YF, Tang CH, Gu Y, et al. Epidemiological investigation of adolescent metabolic syndrome and its related risk factors in Suzhou area[J]. Chinese Community Doctors, 2016, 32(28): 173-174, 176.] DOI: [10.3969/j.issn.1007-614x.2016.28.107](https://doi.org/10.3969/j.issn.1007-614x.2016.28.107).
- 29 王嫣嫣, 熊丰, 张亚妮, 等. 重庆市 7~16 岁儿童青少年代谢综合征组分的调查及影响因素的分析 [J]. 重庆医科大学学报, 2016, 41(10): 1069-1075. [Wang YY, Xiong F, Zhang YN, et al. Survey on components of the metabolic syndrome and analysis of its influencing factors among 7-16 years old children and adolescents in Chongqing[J]. Journal of Chongqing Medical University, 2016, 41(10): 1069-1075.] DOI: [10.13406/j.cnki.cyx.001033](https://doi.org/10.13406/j.cnki.cyx.001033).
- 30 王政和, 邹志勇, 王烁, 等. 2012 年中国 7 个省份 10~16 岁儿童青少年代谢综合征流行状况分析 [J]. 中华预防医学杂志, 2017, 51(4): 295-299. [Wang ZH, Zou ZY, Wang S, et al. Analysis of the epidemiological characteristics of metabolic syndrome among 10-16 adolescents in 7 provinces in China, 2012[J]. Chinese Journal of Preventive Medicine, 2017, 51(4): 295-299.] DOI: [10.3760/cma.j.issn.0253-9624.2017.04.004](https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.0253-9624.2017.04.004).
- 31 王明明, 娄小焕, 席波. 济南市儿童青少年代谢综合征不同诊断标准检出情况 [J]. 中国学校卫生, 2017, 38(11): 1609-1613. [Wang MM, Lou XH, Xi B, et al. Comparison of the prevalence of metabolic syndrome according to three definitions among children and adolescents aged 7-17 years in urban area of Jinan[J]. Chinese Journal of School Health, 2017, 38(11): 1609-1613.] DOI: [10.16835/j.cnki.1000-9817.2017.11.004](https://doi.org/10.16835/j.cnki.1000-9817.2017.11.004).
- 32 何宇纳, 赵文华, 赵丽云. 2010—2012 年中国 10~17 岁儿童青少年代谢综合征流行情况 [J]. 中华预防医学杂志, 2017, 51(6): 513-518. [He YN, Zhao WH, Zhao LY, et al. The epidemic status of metabolic syndrome among Chinese adolescents aged 10-17 years in 2010-2012[J]. Chinese Journal of Preventive Medicine, 2017, 51(6): 513-518.] DOI: [10.3760/cma.j.issn.0253-9624.2017.06.011](https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.0253-9624.2017.06.011).
- 33 Zhu Y, Zheng H, Zou Z, et al. Metabolic syndrome and related factors in Chinese children and adolescents: analysis from a Chinese national study[J]. J Atheroscler Thromb, 2020, 27(6): 534-544. DOI: [10.5551/jat.50591](https://doi.org/10.5551/jat.50591).
- 34 肖扬, 徐书杭, 黄华英, 等. 常州地区青少年人群不同代谢综合征诊断标准的比较研究 [J]. 国际内分泌代谢杂志, 2020, 40(1): 1-4. [Xiao Y, Xu SH, Huang HY, et al. A comparative study of the different diagnostic criteria for metabolic syndrome among adolescents in Changzhou area[J]. International Journal of Endocrine and Metabolism, 2020, 40(1): 1-4.] DOI: [10.3760/cma.j.issn.1673-4157.2020.01.001](https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.1673-4157.2020.01.001).
- 35 杨清梅, 马萍, 董洋洋, 等. 2017—2019 年银川市 12~18 岁青少年心血管代谢危险因素的流行现状 [J]. 卫生研究, 2021, 50(3): 454-459. [Yang QM, Ma P, Dong YY, et al. Prevalence of cardiovascular metabolic risk factors among 12-18 years old adolescents in Yinchuan City from 2017 to 2019[J]. Journal of Hygiene Research, 2021, 50(3): 454-459.] DOI: [10.19813/j.cnki.weishengyanjiu.2021.03.018](https://doi.org/10.19813/j.cnki.weishengyanjiu.2021.03.018).
- 36 张静娴, 田亭, 汪元元, 等. 2016—2017 年江苏省 7~17 岁儿童青少年代谢综合征流行现状分析 [J]. 实用预防医学, 2022, 29(8): 916-919. [Zhang JX, Tian T, Wang YY, et al. Prevalence of metabolic syndrome among children and adolescents aged 7-17 years in Jiangsu Province, 2016-2017[J]. Practical Preventive Medicine, 2022, 29(8): 916-919.] DOI: [10.3969/j.issn.1006-3110.2022.08.005](https://doi.org/10.3969/j.issn.1006-3110.2022.08.005).
- 37 Noubiap JJ, Nansseu JR, Lontchi-Yimagou E, et al. Global, regional, and country estimates of metabolic syndrome burden in children and adolescents in 2020: a systematic review and modelling analysis[J]. Lancet Child Adolesc Health, 2022, 6(3): 158-170. DOI: [10.1016/S2352-4642\(21\)00374-6](https://doi.org/10.1016/S2352-4642(21)00374-6).
- 38 Park J, Hilmers DC, Mendoza JA, et al. Prevalence of metabolic syndrome and obesity in adolescents aged 12 to 19 years: comparison between the United States and Korea[J]. J Korean Med Sci, 2010, 25(1): 75-82. DOI: [10.3346/jkms.2010.25.1.75](https://doi.org/10.3346/jkms.2010.25.1.75).
- 39 Budak N, Oztürk A, Mazicioglu M, et al. Decreased high-density lipoprotein cholesterol and insulin resistance were the most common criteria in 12- to 19-year-old adolescents[J]. Eur J Nutr, 2010, 49(4): 219-225. DOI: [10.1007/s00394-009-0066-2](https://doi.org/10.1007/s00394-009-0066-2).
- 40 Expert Panel on Integrated Guidelines for Cardiovascular Health and Risk Reduction in Children and Adolescents, National Heart, Lung, and Blood Institute. Expert panel

- on integrated guidelines for cardiovascular health and risk reduction in children and adolescents: summary report[J]. *Pediatrics*, 2011, 128 Suppl 5(Suppl 5): S213–S256. DOI: [10.1542/peds.2009-2107C](https://doi.org/10.1542/peds.2009-2107C).
- 41 陈联辉, 梁黎, 傅君芬, 等. 两种儿童青少年代谢综合征定义的临床应用比较[J]. *浙江大学学报(医学版)*, 2013, 42(4): 375–380, 395. [Chen LH, Liang L, Fu JF, et al. Comparison of clinical application of two definitions of metabolic syndrome in children and adolescents[J]. *Journal of Zhejiang University (Medical Sciences)*, 2013, 42(4): 375–380, 395.] DOI: [10.3785/j.issn.1008-9292.2013.04.002](https://doi.org/10.3785/j.issn.1008-9292.2013.04.002).
- 42 Takaoka M, Nagata D, Kihara S, et al. Periadventitial adipose tissue plays a critical role in vascular remodeling[J]. *Circ Res*, 2009, 105(9): 906–911. DOI: [10.1161/CIRCRESAHA.109.199653](https://doi.org/10.1161/CIRCRESAHA.109.199653).
- 43 Shoelson SE, Lee J, Goldfine AB. Inflammation and insulin resistance[J]. *J Clin Invest*, 2006, 116(7): 1793–1801. DOI: [10.1172/JCI29069](https://doi.org/10.1172/JCI29069).
- 44 Calcaterra V, Larizza D, De Silvestri A, et al. Gender-based differences in the clustering of metabolic syndrome factors in children and adolescents[J]. *J Pediatr Endocrinol Metab*, 2020, 33(2): 279–288. DOI: [10.1515/jpem-2019-0134](https://doi.org/10.1515/jpem-2019-0134).
- 45 Bekel GE, Thupayagale-Tshweneagae G. Prevalence and associated factors of metabolic syndrome and its individual components among adolescents[J]. *IJPHS*, 2020, 9(1): 46–56. DOI: [10.11591/ijphs.v9i1.20383](https://doi.org/10.11591/ijphs.v9i1.20383).
- 46 Bitew ZW, Shitie A, Alebel EG, et al. Metabolic syndrome among children and adolescents in low and middle income countries: a systematic review and meta-analysis[J]. *Diabetol Metab Syndr*, 2020, 12: 93. DOI: [10.1186/s13098-020-00601-8](https://doi.org/10.1186/s13098-020-00601-8).

收稿日期: 2024 年 07 月 02 日 修回日期: 2024 年 10 月 19 日
本文编辑: 张 苗 黄 笛

引用本文: 高雨霏, 张力之, 朱文萱, 等. 中国儿童青少年代谢综合征患病率的Meta分析[J]. 数理医药学杂志, 2024, 37(12): 922–934. DOI: [10.12173/j.issn.1004-4337.202407024](https://doi.org/10.12173/j.issn.1004-4337.202407024).
Gao YF, Zhang LZ, Zhu WX, et al. Prevalence of metabolic syndrome in Chinese children and adolescents: a Meta-analysis[J]. *Journal of Mathematical Medicine*, 2024, 37(12): 922–934. DOI: [10.12173/j.issn.1004-4337.202407024](https://doi.org/10.12173/j.issn.1004-4337.202407024).