

1990—2021 年中国肌肉骨骼疾病负担变化趋势分析及发展趋势预测



黄禹力^{1,2}, 陈 龙¹, 唐凛峰¹, 吴艳琳¹, 吴文娟², 王茂源^{2,3}

1. 赣南医科大学康复学院 (江西赣州 341000)

2. 赣南医科大学第一附属医院康复医学科 (江西赣州 341000)

3. 赣州市康复医学重点实验室 (江西赣州 341000)

【摘要】目的 分析 1990—2021 年我国肌肉骨骼疾病负担的变化趋势, 并预测 2022—2036 年我国肌肉骨骼疾病负担的发展趋势, 为我国肌肉骨骼疾病防治策略制定提供依据。

方法 基于 2021 年全球疾病负担研究 (Global Burden of Disease Study, GBD) 数据库收集 1990—2021 年中国肌肉骨骼疾病负担指标数据, 包括患病率、发病率、死亡率和伤残调整生命年 (disability-adjusted life years, DALYs) 等。通过这些指标描述过去 30 年我国肌肉骨骼疾病负担的变化趋势, 采用 Joinpoint 回归模型计算肌肉骨骼疾病年龄标化发病率和年龄标化 DALYs 率的平均年度变化百分比 (average annual percent change, AAPC), 运用年龄-时期-队列 (age-period-cohort, APC) 模型估算肌肉骨骼疾病发病和患病风险的年龄、时期和队列效应, 并使用自回归移动平均模型 (autoregressive integrated moving average model, ARIMA) 对 2022—2036 年肌肉骨骼疾病的标化发病率和标化 DALYs 率进行预测。**结果** 1990—2021 年我国肌肉骨骼疾病患病人数从 17 059.44 万 [95% 不确定区间 (uncertain interval, UI): 15 948.11 万 ~18 211.63 万] 增至 34 212.38 万 (95%UI: 32 254.19 万 ~36 102.59 万), 发病人数从 4 200.08 万 (95%UI: 3 780.41 万 ~4 649.54 万) 增至 6 864.70 万 (95%UI: 6 197.65 万 ~7 499.02 万), DALYs 从 1 662.95 万人年 (95%UI: 1 216.47 万人年 ~2 213.81 万人年) 增至 3 041.94 万人年 (95%UI: 2 175.27 万人年 ~4 161.88 万人年)。肌肉骨骼疾病负担随着年龄增长而增加, 女性的疾病负担指标均高于同时期男性。Joinpoint 回归模型结果显示, 1990—2021 年肌肉骨骼疾病标化发病率呈下降趋势, 从 4 039.14/10 万 (3 648.56/10 万 ~4 437.89/10 万) 下降至 3 629.61/10 万 (3 307.36/10 万 ~3 954.47/10 万), AAPC 为 -0.34%; 标化 DALYs 率从 1 615.73/10 万 (1 169.69/10 万 ~2 151.25/10 万) 下降至 1 578.37/10 万 (1 140.06/10 万 ~2 129.43/10 万), AAPC 为 -0.06%。APC 模型结果显示, 肌肉骨骼疾病发病率和患病率的纵向年龄曲线均呈显著上升趋势; 随着时期的推移, 发病和患病风险均呈下降趋势。队列结果显示, 后期出生队列的发病和患病风险均低于早期出生队列。ARIMA 模型预测结果显示, 至 2036 年男性肌肉骨骼疾病标化发病率将增至 3 158.08/10 万, 女性可达 4 180.89/10 万; 男性肌肉骨骼疾病的标化 DALY 率将增至 1 439.41/10 万, 女性可达 1 822.06/10 万。**结论** 人口老龄化的加剧将持续加重中国肌肉骨骼疾病负担, 给我国公共卫生体系带来的压力日益增加, 有必要针对不同性别和年龄人群制定个性化的肌肉骨骼疾病防治策略。

【关键词】 肌肉骨骼疾病; 中国; 疾病负担; 全球疾病负担研究数据库; 伤残调整生命年; ARIMA 预测模型

DOI: 10.12173/j.issn.1004-4337.202502096

基金项目: 国家自然科学基金地区科学基金项目 (82060420); 江西省自然科学基金项目 (20212BAB206004); 赣州市科技局重大项目 (2023LNS37155)

通信作者: 王茂源, 教授, 主任医师, Email: wmy.gmu.kf@gmail.com

【中图分类号】R 685 【文献标识码】A

Analysis of the changing trends of musculoskeletal disease burden in China from 1990 to 2021 and the prediction of the development trends

HUANG Yuli^{1,2}, CHEN Long¹, TANG Lifeng¹, WU Yanlin¹, WU Wenjuan², WANG Maoyuan^{2,3}

1. School of Rehabilitation Medicine, Gannan Medical University, Ganzhou 341000, Jiangxi Province, China

2. Department of Rehabilitation Medicine, First Affiliated Hospital of Gannan Medical University, Ganzhou 341000, Jiangxi Province, China

3. Ganzhou Key Laboratory of Rehabilitation Medicine, Ganzhou 341000, Jiangxi Province, China

Corresponding author: WANG Maoyuan, Email: wmy.gmu.kf@gmail.com

【Abstract】Objective To analyze the changing trends of musculoskeletal disease burden in China from 1990 to 2021, predict the development trend of musculoskeletal disease burden from 2022 to 2036, and provide a basis for formulating the prevention and treatment strategies of musculoskeletal disease. **Methods** Data on the burden of musculoskeletal disease in China from 1990 to 2021, including prevalence, incidence, mortality and disability-adjusted life years (DALYs), were collected from the Global Burden of Disease Study (GBD) 2021 database. These indicators were used to describe the changing trend of musculoskeletal disease burden in China over the past 30 years. Joinpoint regression model was used to calculate the average annual percent change (AAPC) of age-standardized incidence rate and age-standardized DALYs rate of musculoskeletal disease. Age-period-cohort (APC) model was used to estimate the age, period, and cohort effects of the incidence and prevalence risks of musculoskeletal disease. The autoregressive integrated moving average model (ARIMA) was used to predict the age-standardized incidence rate and age-standardized DALYs rate of musculoskeletal disease from 2022 to 2036. **Results** From 1990 to 2021, the number of patients with musculoskeletal disease in China increased from 170.594 4 million [95% uncertain interval (UI): 159.481 1 million-182.116 3 million] to 342.123 8 million (95%UI: 322.5419 million-361.025 9 million), incident cases rose from 42.000 8 million (95%UI: 37.804 1 million-46.495 4 million) to 68.647 0 million (95%UI: 61.976 5 million-74.990 2 million), and DALYs grew from 16.629 5 million person-years (95%UI: 12.164 7 million person-years-22.138 1 million person-years) to 30.419 4 million person-years (95%UI: 21.752 7 million person-years-41.618 8 million person-years). The disease burden of musculoskeletal disease increased with age, and the disease burden indicators for women were higher than those for men in the same period. The Joinpoint regression model results showed that the age-standardized incidence rate of musculoskeletal disease decreased from 4 039.14/100 000 (3 648.56/100 000-4 437.89/100 000) to 3 629.61/100 000 (3 307.36/100 000-3 954.47/100 000) from 1990 to 2021, with an AAPC of -0.34%; the age-standardized DALYs rate decreased from 1 615.73/100 000 (1 169.69/100 000-2 151.25/100 000) to 1 578.37/100 000 (1 140.06/100 000-2 129.43/100 000), with an AAPC of -0.06%. The APC model results showed that the longitudinal age curves of the incidence and prevalence rates of musculoskeletal disease both showed significant upward trends; with the passage of time, the incidence and prevalence risks both showed downward trends. The cohort results showed that the incidence and prevalence risks of later-born cohorts were lower than those of earlier-born cohorts. The ARIMA model prediction results showed that by 2036, the age-standardized incidence rate of musculoskeletal disease will increase to 3 158.08/100 000 for men and 4 180.89/100 000 for women. The age-standardized DALYs rate among men will increase to 1 439.41/100 000, and among women, it can reach 1 822.06/100 000. **Conclusion** The aggravation of population aging will continue to increase the disease burden of musculoskeletal disease in China, which will bring increasing pressure to the public health system of China. It is necessary to formulate personalized prevention and treatment strategies for musculoskeletal disease for different

genders and age groups.

【Keywords】Musculoskeletal disease; China; Disease burden; Global Burden of Disease Study database; Disability-adjusted life years; ARIMA prediction model

肌肉骨骼疾病被定义为运动器官（即肌肉、肌腱、骨骼、软骨、韧带和神经）的健康问题，包括从轻微的短暂不适到不可逆转的致残性损伤等任何类型的症状^[1]。近年来，随着人口增长和老龄化日益加剧，全球肌肉骨骼疾病负担持续增加，并呈逐年上升的趋势^[2]。2017 年，肌肉骨骼疾病的伤残调整生命年（disability-adjusted life years, DALYs）在所有疾病中排第五，在全球因伤残而损失的年数方面排第一^[3]。肌肉骨骼疾病是全球范围内导致残疾和生活质量下降的主要原因之一，给社会带来了沉重的负担^[4]。此外，肌肉骨骼疾病的持续进展会导致患者丧失独立性、增加社会隔离和心理健康问题，进一步加重对医疗资源和社会经济的压力^[5]。

作为世界第二人口大国，我国面临着严重的人口老龄化问题，肌肉骨骼疾病负担日益加重，已成为影响我国全民健康的重要公共卫生问题^[6]。同时，作为发展中国家，我国面临着独特的职业环境挑战，尤其是在建筑、制造和农业等劳动密集型行业，员工经常从事长时间的体力劳动，进行重复性动作，导致工作姿势不良，休息和恢复时间不足^[7-8]，这些因素加剧了我国肌肉骨骼疾病负担。在健康中国 2030 的背景下，公共卫生被视为未来经济和社会发展的先决条件^[9]。肌肉骨骼疾病不仅严重影响个人工作能力和身心健康，而且对国家医疗保健系统和社会经济造成巨大压力^[10-11]。研究表明，肌肉骨骼疾病已经给我国带来了巨大的健康和经济负担，1990—2019 年我国需要进行康复治疗的肌肉骨骼疾病患者人数从约 1.86 亿激增至 3.32 亿，预计到 2030 年，我国将有 4.66 亿肌肉骨骼疾病患者需要进行康复治疗^[12]。因此，了解肌肉骨骼疾病负担并预测其未来变化趋势，对防治肌肉骨骼疾病具有重要意义。

然而，由于肌肉骨骼疾病是一类慢性、非致命疾病，并且被认为是不可逆的，因此较少受到公共卫生研究人员的关注^[13]。肌肉骨骼疾病负担被大大低估，迫切需要采取有效的措施来提高公众对肌肉骨骼疾病的认识^[14]。本研究基于全球疾

病负担研究 2021（Global Burden of Disease 2021, GBD 2021）数据库，分析 1990—2021 年我国肌肉骨骼疾病负担的变化趋势，并进一步对未来肌肉骨骼疾病负担进行预测，以期为我国肌肉骨骼疾病的防治和相关公共卫生政策的制定提供参考。

1 资料与方法

1.1 数据来源

本研究数据来源于 GBD 2021 数据库，该数据库通过国际健康调查、医院记录、临床研究、死亡率记录和登记处收集数据，并采用贝叶斯模型等方法对原始数据和疾病负担进行估计和建模。GBD 项目致力于评估全球 204 个国家和地区 371 种疾病和伤害所致疾病负担，为全球健康的研究者、政策制定者及公共卫生专业人员等提供了关于疾病和伤害模式变化的信息^[15-16]。本研究使用的详细数据可从健康指标与评估研究所（<https://vizhub.healthdata.org/gbd-results/>）获得。

1.2 疾病负担指标

在 GBD 疾病分类中，肌肉骨骼疾病被定义为五大类疾病之一，包括类风湿关节炎、骨关节炎、腰痛、颈痛和痛风，以及其他肌肉骨骼相关疾病^[17-18]。本研究收集了 1990—2021 年中国人群肌肉骨骼疾病负担指标数据，包括患病率、发病率、死亡率和 DALYs 等。其中，DALYs 为伤残损失的健康生命年（years lived with disability, YLDs）和过早死亡损伤的寿命年（years of life lost, YLLs）之和。由于肌肉骨骼疾病是一种慢性非致命疾病，因此残疾评估比死亡率评估更为重要^[19]。GBD 数据库所下载的数据已经年龄标化处理并提供 95% 不确定区间（uncertain interval, UI）。

1.3 统计分析

利用 R 4.3.3 软件分析 1990—2021 年我国肌肉骨骼疾病负担指标数据，并绘制双侧条形图和趋势图展示其变化趋势。采用 Joinpoint 5.1.0 回归程序软件计算标准化 DALYs 率和标化发病率的年度变化百分比（annual percent change, APC）、

平均年度变化百分比 (average annual percent change, AAPC) 及其 95% 置信区间 (confidence interval, CI)。使用年龄-时期-队列 (age-period-cohort, APC) 模型网页版工具 (<https://analysistools.nci.nih.gov/apc>) 分析年龄、时期和队列因素对肌肉骨骼疾病发病率和患病率的影响。此外,运用 R 4.3.3 软件构建自回归移动平均模型 (autoregressive integrated moving average model, ARIMA), 预测 2022—2036 年我国肌肉骨骼疾病负担的变化趋势。

1.3.1 Joinpoint 回归模型分析

为评估肌肉骨骼疾病负担随时间变化的趋势,对不同性别人群进行 Joinpoint 回归分析。Joinpoint 回归模型的核心思想是通过在数据中寻找若干“连接点”,将整个研究时间分割成多个子区间,每个子区间内数据趋势相对一致,从而对不同时间段内的数据变化进行更细致的分析^[20]。Joinpoint 回归分析确定了趋势发生显著变化 (上升或下降) 的拐点,即所谓的“连接点”,其个数和位置通过基于对数线性模型的蒙特卡洛置换检验来判断,变化的方向和幅度用 APC 和 AAPC 表示。以年份为自变量,年龄标化发病率 (age-standardized incidence rate, ASIR) 和年龄标化 DALYs 率 (age-standardized disability-adjusted life years, ASDR) 为因变量,计算各阶段的 APC,进一步计算 1990—2021 年的 AAPC 及其 95%CI。若 APC 或 AAPC 及其 95%CI 均大于 0,表示呈上升趋势,均小于 0 表示呈下降趋势,95%CI 包括 0 则表示无明显变化。

1.3.2 年龄-时期-队列模型

APC 模型是社会学和流行病学中常用的统计学方法。基于泊松分布,APC 模型可以分析不同年龄、时期和出生队列作为独立因素对疾病的影响^[21]。本研究以每 5 岁为一个年龄组,划分 19 个年龄组;以每 5 年为一个时期,划分 5 个时期;出生队列=时期-年龄,以每 5 年为一个出生队列,划分为 24 个出生队列。通过纵向年龄曲线、时期和队列因素的相对危险度 (relative risk, RR),估算年龄、时期和出生队列对肌肉骨骼疾病发病率和患病率的影响。RR 值越大,表明发病或患病风险越高;RR 值大于 1 表明风险相对于平均值较高;反之,RR 值小于 1 表明风险相对于平均值较低。

1.3.3 自回归移动平均模型

ARIMA 模型由自回归模型 (AR)、差分过程 (I) 和移动平均模型 (MA) 组成,模型表达式为 $ARMIA(p, d, q)$, 其中 p 为自回归阶数, d 为差分阶数, q 为移动平均阶数^[22]。其基本假设数据序列是时间依赖性的随机变量,其自相关性可以通过 ARIMA 模型表征,并且可以根据过去的值预测未来的值。本研究建模具体步骤:采用差分法将非平稳数据转换为平稳数据;自相关函数和偏自相关函数用于确定 p 和 q 的最优值;通过贝叶斯信息准则 (Bayesian information criterion, BIC) 和赤池信息准则 (Akaike information criterion, AIC) 选择最优 ARIMA 模型;对残差序列进行 Ljung-Box 白噪声检验,若 $P > 0.05$,则可认为残差为白噪声,模型拟合较好。

2 结果

2.1 1990—2021 年中国肌肉骨骼疾病负担分析

1990—2021 年,我国肌肉骨骼疾病的年龄标化患病率 (age-standardized prevalence rate, ASPR) 从 16 966.24/10 万 (95%UI: 15 950.23/10 万~17 975.77/10 万) 上升至 17 403.52/10 万 (95%UI: 16 414.43/10 万~18 413.98/10 万);而 ASIR 从 4 039.14/10 万 (95%UI: 3 648.56/10 万~4 437.89/10 万) 下降至 3 629.61/10 万 (95%UI: 3 307.36/10 万~3 954.47/10 万);年龄标化死亡率 (age-standardized mortality rate, ASMR) 从 1.22/10 万 (95%UI: 1/10 万~1.49/10 万) 下降至 1.08/10 万 (95%UI: 0.84/10 万~1.35/10 万)。同时,ASDR 从 1 615.73/10 万 (95%UI: 1 169.69/10 万~2 151.25/10 万) 下降至 1 578.37/10 万 (95%UI: 1 140.06/10 万~2 129.43/10 万);其中年龄标化 YLDs 率从 1 578.08/10 万 (95%UI: 1 130.84/10 万~2 115.93/10 万) 下降至 1 549.21/10 万 (95%UI: 1 108.24/10 万~2 101.32/10 万),年龄标化 YLLs 率从 37.65/10 万 (95%UI: 31.18/10 万~45.95/10 万) 下降至 29.16/10 万 (95%UI: 22.81/10 万~36.05/10 万),见表 1。总体而言,1990—2021 年中国肌肉骨骼疾病负担相关指标经年龄标准化后,除 ASPR 有轻微上升趋势外,其

他年龄标化指标均呈下降趋势。

2021 年,中国男性人群肌肉骨骼疾病的 ASPR 为 15 201.09/10 万 (95%UI: 14 278.67/10 万~16 185.29/10 万),女性为 19 593/10 万 (95%UI: 18 477.88/10 万~20 656.51/10 万);男性肌肉骨骼疾病的 ASIR 和 ASMR 分别为 3 083.53/10 万 (95%UI: 2 821.58/10 万~3 374.82/10 万)和 0.86/10 万 (95%UI: 0.44/10 万~1.14/10 万);女性的 ASIR 和 ASMR 分别为 4 176.49/10 万 (95%UI: 3 800.43/10 万~4 546.99/10 万)和 1.34/10 万 (95%UI: 0.99/10 万~1.71/10 万)。2021 年男性肌肉骨骼疾病的 ASDR 为 1 317.88/10 万 (95%UI: 946.34/10 万~1 773.57/10 万),女性为 1 838.87/10 万 (95%UI: 1 333.38/10 万~2 483.81/10 万);男性的标化 YLDs 率和标化 YLLs 率分别为 1 299.99/10 万 (95%UI: 930.06/10 万~

1 754.23/10 万)和 17.89/10 万 (95%UI: 9.34/10 万~24/10 万),女性的标化 YLDs 率和标化 YLLs 率分别为 1 797.48/10 万 (95%UI: 1 286.05/10 万~2 444.07/10 万)和 41.38/10 万 (95%UI: 30.45/10 万~52.67/10 万),见表 2。表明不同性别人群肌肉骨骼疾病负担状况不同,女性各项疾病负担指标均明显高于男性。

2.2 2021 年中国肌肉骨骼疾病的年龄分布及性别差异

从总体人口分布来看,2021 年我国肌肉骨骼疾病负担主要集中在中老年 (>45 岁)人群。随着年龄增长,肌肉骨骼疾病发病人数和 DALYs 均呈先上升后下降趋势。2021 年,男性和女性肌肉骨骼疾病发病人数均在 50~54 岁时达到峰值;在 DALYs 方面,女性在 55~59 岁时达到峰值,而男性在 50~54 岁时达到峰值。女性在各个年龄

表1 1990—2021年中国肌肉骨骼疾病负担及变化趋势
Table 1. Disease burden and changing trends of musculoskeletal disease in China from 1990 to 2021

项目	1990年		2021年	
	绝对计数	年龄标准化率	绝对计数	年龄标准化率
	(95%UI) (万例/万人年)	(95%UI) (/10万)	(95%UI) (万例/万人年)	(95%UI) (/10万)
患病	17 059.44 (15 948.11~18 211.63)	16 966.24 (15 950.23~17 975.77)	34 212.38 (32 254.19~36 102.59)	17 403.52 (16 414.43~18 413.98)
发病	4 200.08 (3 780.41~4 649.54)	4 039.14 (3 648.56~4 437.89)	6 864.70 (6 197.65~7 499.02)	3 629.61 (3 307.36~3 954.47)
死亡	1.01 (0.84~1.22)	1.22 (1~1.49)	1.94 (1.51~2.45)	1.08 (0.84~1.35)
DALYs	1 662.95 (1 216.47~2 213.81)	1 615.73 (1 169.69~2 151.25)	3 041.94 (2 175.27~4 161.88)	1 578.37 (1 140.06~2 129.43)
YLDs	1 622.91 (1 177.56~2 176.55)	1 578.08 (1 130.84~2 115.93)	2 991.87 (2 123.49~4 107.11)	1 549.21 (1 108.24~2 101.32)
YLLs	40.04 (33.34~49.42)	37.65 (31.18~45.95)	50.08 (39.14~62.81)	29.16 (22.81~36.05)

注: DALYs, disability-adjusted life years, 伤残调整生命年; YLDs, years lived with disability, 伤残损失的健康生命年; YLLs, years of life lost, 过早死亡损伤的寿命年; UI, uncertain interval, 不确定区间。

表2 2021年中国不同性别人群肌肉骨骼疾病负担
Table 2. Disease burden of musculoskeletal disease among people of different gender in China in 2021

项目	绝对计数 (95%UI) (万例/万人年)		年龄标准化率 (95%UI) (/10万)	
	男性	女性	男性	女性
患病	14 763.63 (13 840.89~15 672.19)	19 448.75 (18 367.88~20 499.66)	15 201.09 (14 278.67~16 185.29)	19 593 (18 477.88~20 656.51)
发病	2 870.29 (2 596.66~3 158.27)	3 994.41 (3 597.73~4 359.81)	3 083.53 (2 821.58~3 374.82)	4 176.49 (3 800.43~4 546.99)
死亡	0.67 (0.34~0.90)	1.28 (0.94~1.64)	0.86 (0.44~1.14)	1.34 (0.99~1.71)
DALYs	1 252.47 (889.12~1 710.35)	1 789.47 (1 288.60~2 459.91)	1 317.88 (946.34~1 773.57)	1 838.87 (1 333.38~2 483.81)
YLDs	1 237.39 (874.74~1 692.88)	1 754.48 (1 251.07~2 421.76)	1 299.99 (930.06~1 754.23)	1 797.48 (1 286.05~2 444.07)
YLLs	15.08 (7.87~20.33)	34.99 (25.98~44.45)	17.89 (9.34~24)	41.38 (30.45~52.67)

注: DALYs, disability-adjusted life years, 伤残调整生命年; YLDs, years lived with disability, 伤残损失的健康生命年; YLLs, years of life lost, 过早死亡损伤的寿命年; UI, uncertain interval, 不确定区间。

段的发病人数和 DALYs 均多于男性, 性别差异显著, 见图 1-A、图 1-B。

2021 年, 我国男、女性肌肉骨骼疾病发病率和 DALYs 率均呈现随着年龄增长而逐渐上升的趋势, 45 岁以后呈快速增长趋势, 且存在性别差异。男性人群的发病率和 DALYs 率均在 75~79 岁到达顶峰, 而女性在 70~74 岁达到顶峰, 随后两者均呈下降趋势。女性在各个年龄段的发病率和 DALYs 率均高于男性, 在中老年群体中这种差异尤为显著, 见图 1-C、图 1-D。

2.3 Joinpoint 回归分析结果

Joinpoint 回归分析结果见图 2、表 3。与 1990 年相比, 中国肌肉骨骼疾病总人群的 ASIR 呈波动下降趋势, AAPC 为 -0.34% (95%CI: $-0.38\% \sim -0.30\%$), 其中 1990—1993 年下降幅度尤为显著, APC 为 -2.66% (95%CI: $-2.80\% \sim -2.51\%$); 2015—2019 年转为上升趋势, APC 为 0.46% (95%CI: $0.32\% \sim 0.60\%$), 提示近年

ASIR 有所反弹, 见图 2-A。总人群的 ASDR 呈现出先下降后波动式上升的趋势, AAPC 为 -0.06% (95%CI: $-0.10\% \sim -0.02\%$)。其中 1990—1994 年下降速度较快, APC 为 -1.58% (95%CI: $-1.71\% \sim -1.46\%$); 2000—2004 年上升速度较快, APC 为 0.60% (95%CI: $0.40\% \sim 0.80\%$); 2014—2021 年同样呈上升趋势, 见图 2-B。

1990—2021 年, 中国男性肌肉骨骼疾病的 ASIR 下降了 0.21% (95%CI: $-0.25\% \sim -0.17\%$), 女性则下降了 0.42% (95%CI: $-0.45\% \sim -0.40\%$); 其中 1990—1994 年下降速度较快, 男性和女性的 APC 分别为 -1.49% (95%CI: $-1.60\% \sim -1.39\%$)、 -3.03% (95%CI: $-3.21\% \sim -2.86\%$)。与男性相比, 1990—2021 年女性肌肉骨骼疾病标化发病率下降幅度更为显著, 见图 2-C、图 2-E。同时, 肌肉骨骼疾病的 ASDR 在不同性别人群中呈现出不同趋势, 在男性中上升了 0.03% (95%CI: $0.01\% \sim 0.06\%$), 女性则下降了 0.14% (95%CI:

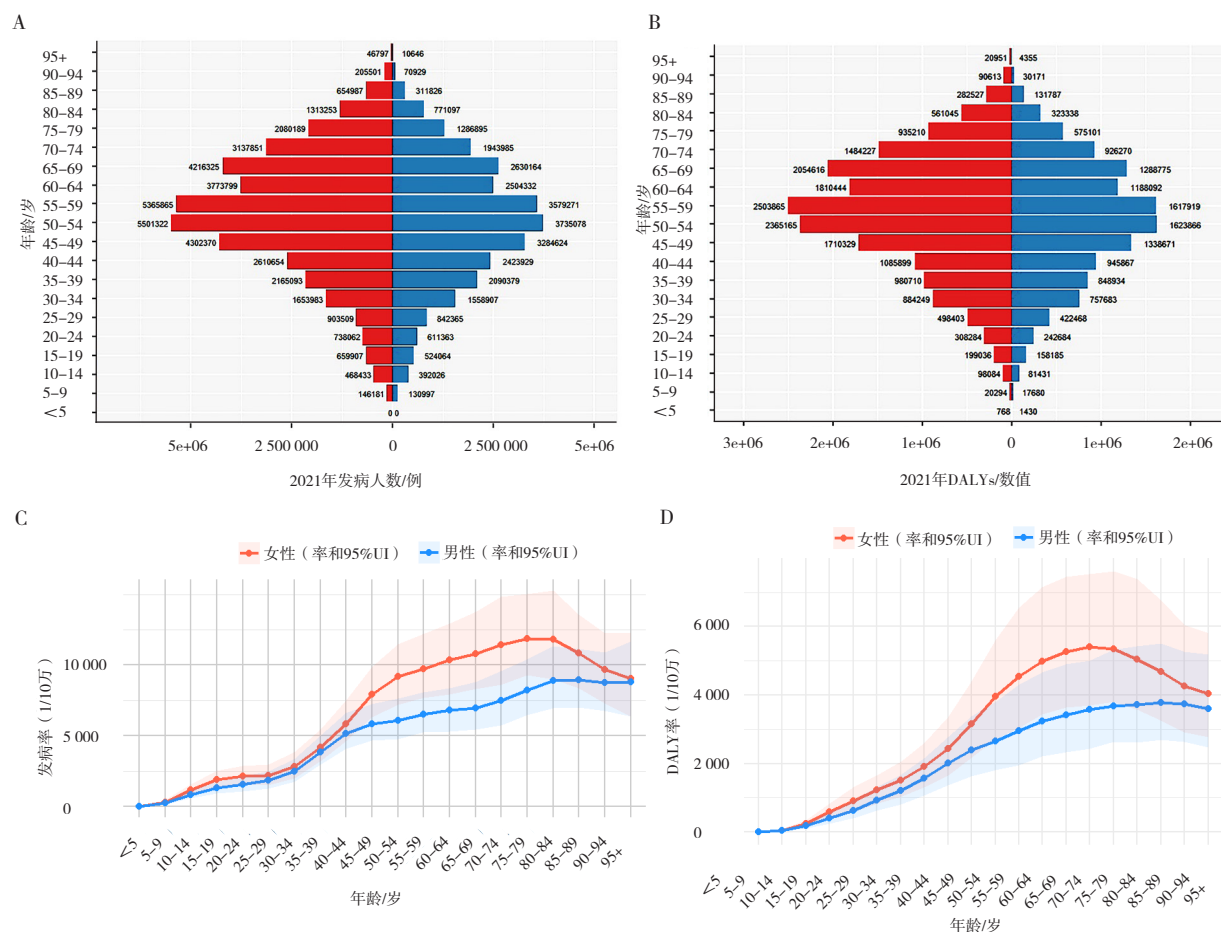


图1 2021年中国不同性别、年龄段肌肉骨骼疾病患者的疾病负担情况

Figure 1. Disease burden of musculoskeletal disease patients by gender and age in China in 2021

注: A. 发病人数; B. DALYs; C. 发病率; D. DALYs率。DALYs, disability-adjusted life years, 伤残调整生命年; 红色矩形条为女性, 蓝色矩形条为男性。

-0.18%~-0.11%)。男性的 ASDR 在 2015—2018 年上升速度较快, APC 为 0.60% (95%CI: 0.40%~0.79%), 2018—2021 年同样保持上升趋势。与此同时, 女性 ASDR 在 2014—2021 年转为上升趋势, APC 为 0.13% (95%CI: 0.08%~0.17%),

差异均有统计学意义 ($P < 0.05$), 见图 2-D、图 2-F。总体而言, 中国肌肉骨骼疾病负担呈下降趋势, 但近年有所反弹, 2015 年后 ASIR 和 ASDR 均出现上升趋势, 且性别差异显著, 与男性相比, 女性的下降幅度更为明显。

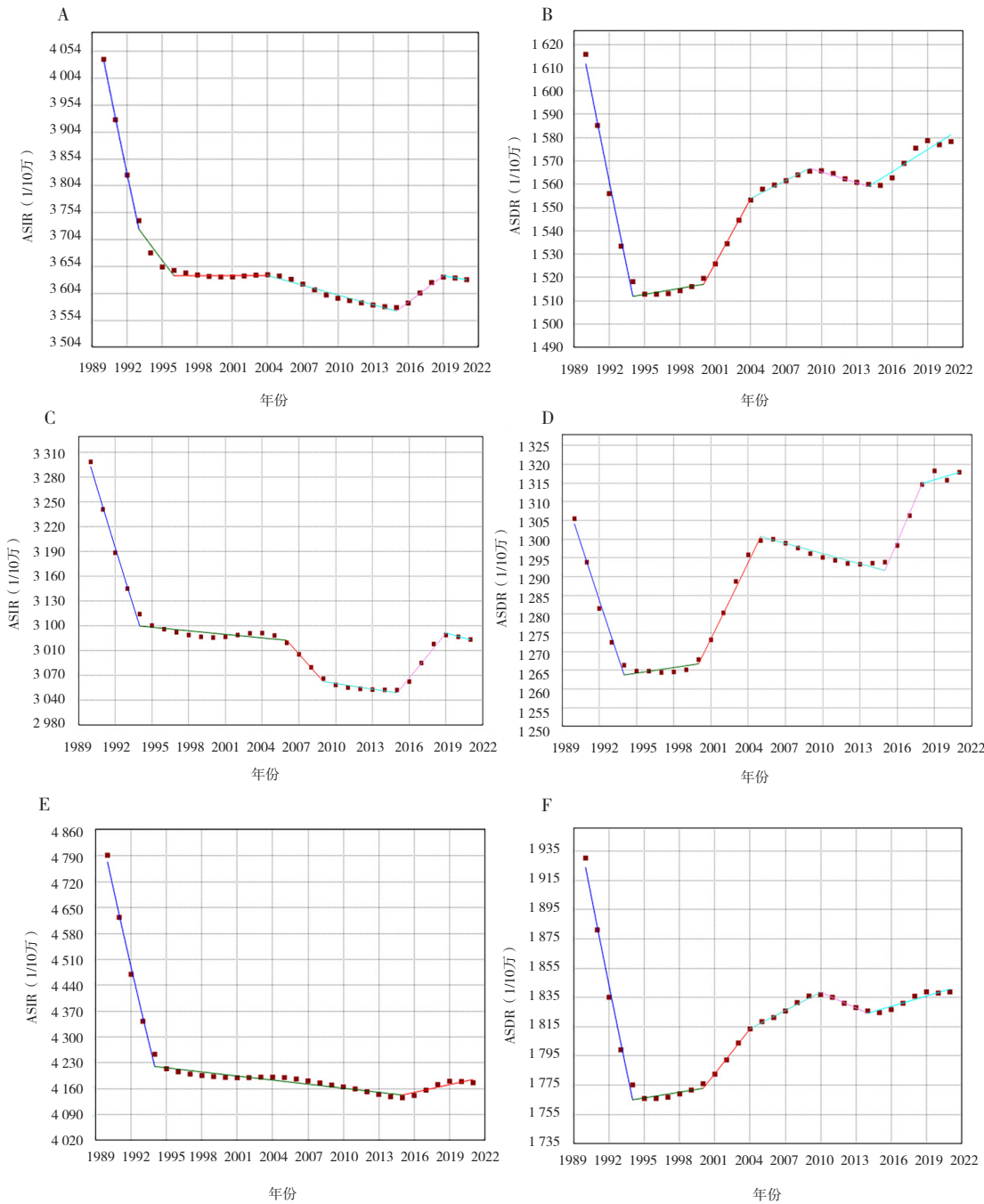


图2 1990—2021年中国肌肉骨骼疾病的性别特异性负担Joinpoint回归分析

Figure 2. Joinpoint regression analysis of gender-specific burden of musculoskeletal disease in China from 1990 to 2021

注: A. 年龄标准化发病率; B. 年龄标准化DALYs率; C. 男性年龄标准化发病率; D. 男性年龄标准化DALYs率; E. 女性年龄标准化发病率; F. 女性年龄标准化DALYs率。DALYs, disability-adjusted life years, 伤残调整生命年; ASIR, age-standardized incidence rate, 年龄标准化发病率; ASDR, age-standardized disability-adjusted life years, 年龄标准化伤残调整生命年。

表3 1990—2021年中国肌肉骨骼疾病负担指标的Joinpoint回归分析
Table 3. Joinpoint regression analysis of musculoskeletal disease burden indicators in China from 1990 to 2021

性别	指标	ASIR		ASDR	
		年份	变化值 (95%CI)	年份	变化值 (95%CI)
总人群	APC	1990—1993	-2.66* (-2.80~-2.51)	1990—1994	-1.58* (-1.71~-1.46)
		1993—1996	-0.78* (-1.07~-0.50)	1994—2000	0.06 (-0.03~0.15)
		1996—2004	0.00 (-0.04~0.04)	2000—2004	0.60* (0.40~0.80)
		2004—2015	-0.17* (-0.19~-0.15)	2004—2009	0.17* (0.04~0.29)
		2015—2019	0.46* (0.32~0.60)	2009—2014	-0.10 (-0.23~0.03)
		2019—2021	-0.10 (-0.38~0.17)	2014—2021	0.20* (0.15~0.26)
	AAPC	1990—2021	-0.34* (-0.38~-0.30)	1990—2021	-0.06* (-0.10~-0.02)
男性	APC	1990—1994	-1.49* (-1.60~-1.39)	1990—1994	-0.78* (-0.84~-0.72)
		1994—2006	-0.05* (-0.07~-0.02)	1994—2000	0.04 (-0.00~0.08)
		2006—2009	-0.54* (-0.86~-0.23)	2000—2005	0.53* (0.47~0.59)
		2009—2015	-0.07* (-0.15~-0.00)	2005—2015	-0.07* (-0.09~-0.05)
		2015—2019	0.59* (0.43~0.75)	2015—2018	0.60* (0.40~0.79)
		2019—2021	-0.13 (-0.45~0.18)	2018—2021	0.08 (-0.02~0.17)
	AAPC	1990—2021	-0.21* (-0.25~-0.17)	1990—2021	0.03* (0.01~0.06)
女性	APC	1990—1994	-3.03* (-3.21~-2.86)	1990—1994	-2.13* (-2.23~-2.03)
		1994—2015	-0.09* (-0.10~-0.07)	1994—2000	0.07 (-0.00~0.15)
		2015—2021	0.17* (0.08~0.25)	2000—2004	0.57* (0.40~0.74)
				2004—2010	0.23* (0.15~0.30)
				2010—2014	-0.20* (-0.36~-0.03)
				2014—2021	0.13* (0.08~0.17)
	AAPC	1990—2021	-0.42* (-0.45~-0.40)	1990—2021	-0.14* (-0.18~-0.11)

注：CI，confidence interval，置信区间；ASIR，age-standardized incidence rate，年龄标化发病率；ASDR，age-standardized disability-adjusted life years，年龄标化伤残调整生命年率；APC，annual percent change，年度变化百分比；AAPC，average annual percent change，平均年度变化百分比；* $P < 0.05$ 。

2.4 年龄-时期-队列模型分析结果

年龄效应分析结果显示，随着年龄的增长，我国肌肉骨骼疾病的发病率和患病率均呈现显著上升趋势，特别是在老年人群中，存在明显的风险增长。72 岁以上群体发病率激增，在 92 岁时发病率达到 737.0/10 万，显示出老年人群中新发病的风险显著增加。从 72 岁开始，患病率的增长变得更为急剧，在 92 岁时患病率达到了 5 389.6/10 万，表明老年人群中患病人数的积累较为显著，见图 3-A、图 3-B。

在时期效应中，我国肌肉骨骼疾病发病和患病风险随时期推移均呈下降趋势，尤其是在 2004 年后，下降趋势更加明显。以 2004 年作为基准期 (RR=1)，2014—2019 年肌肉骨骼疾病发病和患病风险均为最低。其中，发病风险从 1994—1999 年的 1.10 (95%CI: 1.05~1.16) 下降至 2014—2019 年的 0.63 (95%CI: 0.60~0.67)；患病风险从 1994—1999 年的 1.04 (95%CI: 0.98~1.10) 下降至 2014—2019 年的 0.65 (95%CI: 0.61~0.69)，见图 3-C、图 3-D。

在队列效应方面，随着出生年份的推移，我国肌肉骨骼疾病发病和患病风险均呈现出先下降后波动式上升的趋势。尤其是在 1902—1972 年的队列中，肌肉骨骼疾病发病和患病风险均呈现明显下降趋势。以 1957 年出生的人群为参考队列 (RR=1)，1957—1997 年间出生的人群发病和患病风险均小于 1，表明后期出生队列的发病和患病风险均低于早期出生队列。在 1997—2002 年队列及以后的出生群体中，肌肉骨骼疾病发病和患病风险略有回升，呈现一定波动，见图 3-E、图 3-F。

2.5 2022—2036年中国肌肉骨骼疾病负担预测分析

基于 1990—2021 年我国肌肉骨骼疾病的 ASIR 和 ASDR 数据，采用 ARIMA 模型预测未来 15 年我国肌肉骨骼疾病负担的趋势。通过 auto.arima() 函数自动选择最佳模型，男性和女性 ASIR 预测模型分别为 ARIMA (0, 2, 2) (AIC=163.8, BIC=168.01)、ARIMA (1, 2, 1) (AIC=197.2, BIC=201.4)，残差序列采用 Ljung-Box 检验， P 值分别为 0.993 和 0.928，表明 ARIMA 模型稳

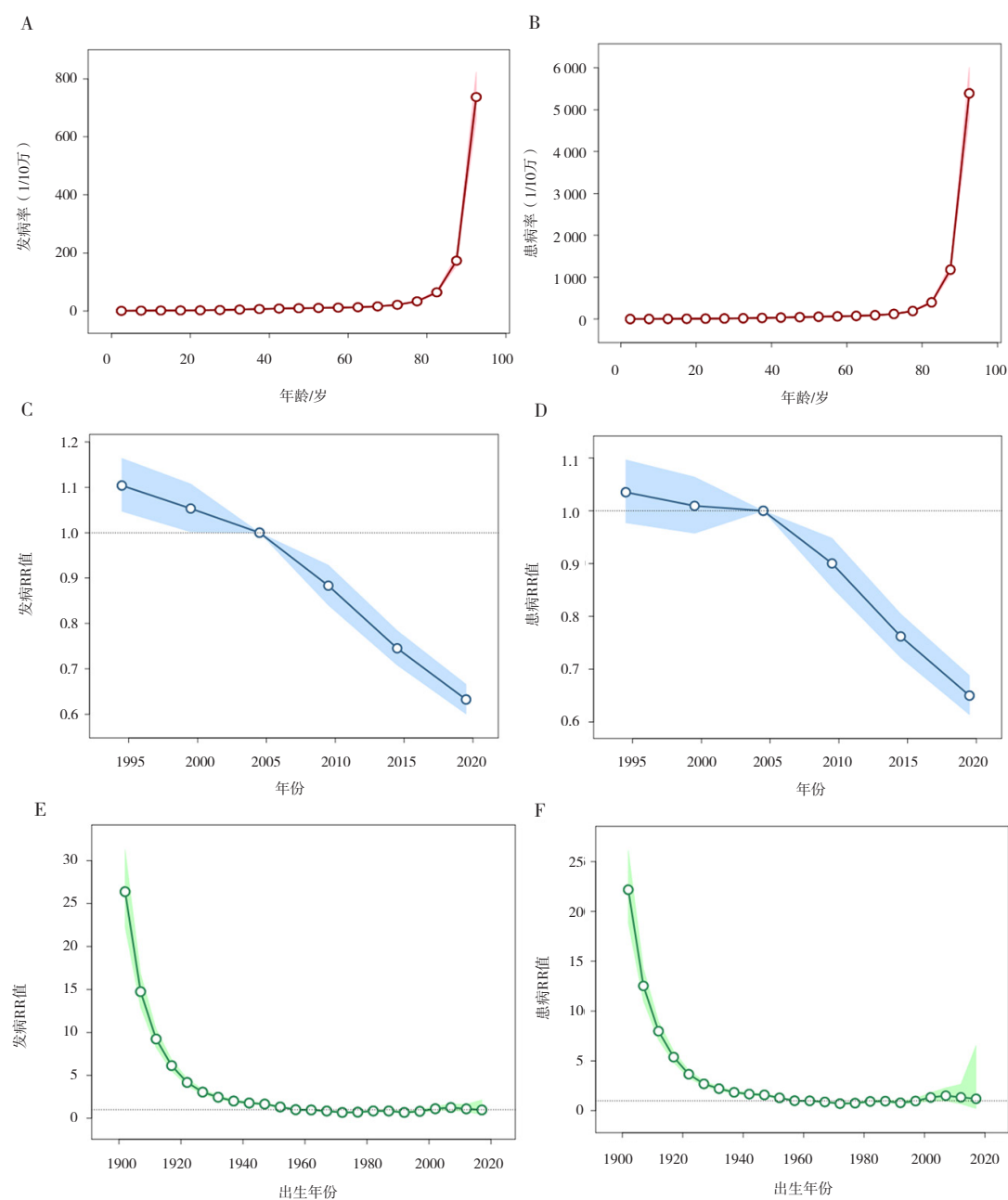


图3 1990—2021年中国肌肉骨骼疾病的年龄-时期-队列模型效应

Figure 3. Age-period-cohort model effects of musculoskeletal disease in China from 1990 to 2021

注：A. 发病的年龄效应；B. 患病的年龄效应；C. 发病的时期效应；D. 患病的时期效应；E. 发病的队列效应；F. 患病的队列效应。RR，relative risk，相对危险度。

健且残差为白噪声。男性和女性 ASDR 预测模型分别为 ARIMA (2, 2, 0) (AIC=135.88、BIC=140.09) 和 ARIMA (2, 0, 3) (AIC=171.46、BIC=181.72)，Ljung-Box 检验显示 P 值分别为 0.949 和 0.842，均呈现白噪声残差，表明其稳健性。

预测结果显示，2022—2036 年我国男性肌肉骨骼疾病的 ASIR 呈缓慢上升趋势，从 2022 年的 3 086.21/10 万上升至 2036 年的 3 158.08/10 万 (图 4-A)；而女性的 ASIR 呈较平稳趋势，预

计到 2036 年可达到 4 180.89/10 万 (图 4-B)。男性肌肉骨骼疾病的 ASDR 呈持续上升趋势，从 2022 年的 1 327.69/10 万上升至 2036 年的 1 439.41/10 万 (图 4-C)；女性的 ASDR 呈先上升后下降趋势，预计到 2036 年可达到 1 822.06/10 万 (图 4-D)。尽管未来男性肌肉骨骼疾病的标化发病率和标化 DALY 率上升幅度更为显著，但女性肌肉骨骼疾病的标化发病率和标化 DALY 率仍明显高于男性。

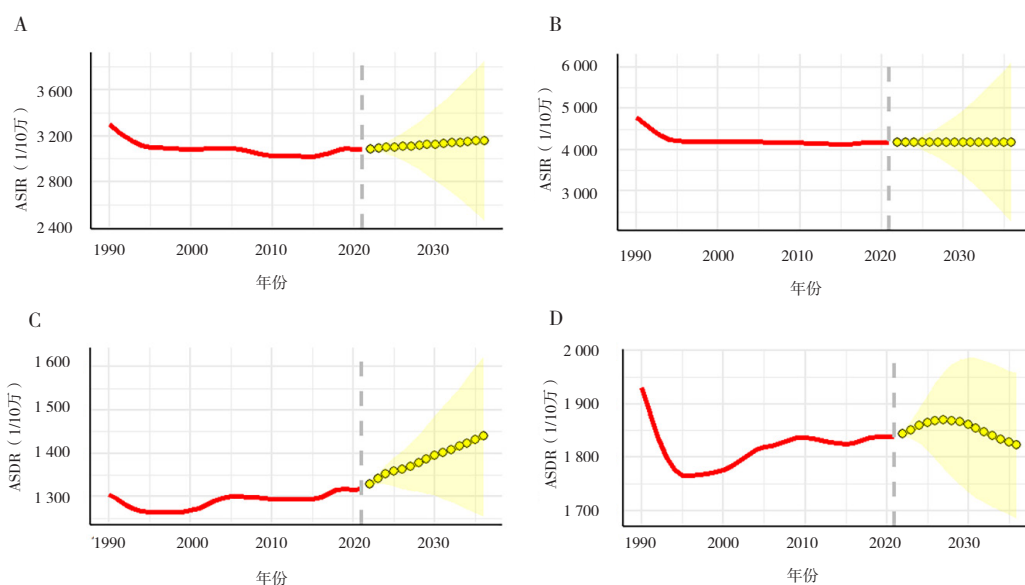


图4 2022—2036年中国肌肉骨骼疾病年龄标准化发病率和年龄标准化伤残调整生命年率的预测

Figure 4. Prediction of age-standardized incidence rate and age-standardized disability-adjusted life years of musculoskeletal disease in China from 2022 to 2036

注：A. 男性年龄标准化发病率；B. 女性年龄标准化发病率；C. 男性年龄标准化伤残调整生命年率；D. 女性年龄标准化伤残调整生命年率。ASIR, age-standardized incidence rate, 年龄标准化发病率；ASDR, age-standardized disability-adjusted life years, 年龄标准化伤残调整生命年率。

3 讨论

健康老龄化是指在人口老龄化的背景下，促进老年人的身心健康和社会参与，提高其生活质量，减缓其功能衰退，从而减轻社会和医疗保健系统负担^[23-24]。考虑到当前中国肌肉骨骼疾病负担较重，肌肉骨骼疾病引起的疼痛和身体衰退对健康老龄化构成严重威胁^[25]。既往研究预测，到2034年，肌肉骨骼疾病仍将是中國康复需求的主要来源^[26]。尽管已经制定了许多临床实践指南来提高肌肉骨骼疾病的护理质量，但越来越多的证据表明，相关临床实践指南的整体质量不高，迫切需要通过循证医学促进更科学、精准、个性化的医疗决策^[27-28]。

本研究基于GBD 2021数据分析了1990—2021年中国肌肉骨骼疾病负担变化。结果显示，在过去30年中，中国肌肉骨骼疾病的患病人数、发病人数、死亡人数和DALYs均呈现出持续上升的趋势，提示预防和治疗肌肉骨骼疾病的紧迫性。人口老龄化可能是肌肉骨骼疾病负担的关键驱动因素，鉴于中国人口众多，人口老龄化问题日益严重，肌肉骨骼疾病的预防和治疗应成为我国一项重要的公共卫生议题。尽管我国肌肉骨骼疾病负担的相关指标在绝对数上有所增加，但年龄标准化率指标显示，除ASPR有轻微上升趋势外，其

他年龄标准化指标均呈下降趋势。这可能得益于我国公共卫生的改进、医疗技术的进步以及生活条件的改善，反映了医疗水平和健康意识的提高对肌肉骨骼疾病防控的积极作用^[29]。

尽管1990—2021年我国肌肉骨骼疾病负担总体呈下降趋势，但近年有所反弹，2015年后ASIR和ASDR均出现上升趋势。这表明我国在预防和管理肌肉骨骼疾病方面取得了进展，但仍需引起警惕，这可能反映出生活方式变化、环境污染、社会压力等新型健康问题，表明我国在预防和控制肌肉骨骼疾病方面所面临的新挑战，迫切需要尽快采取有效的干预措施^[30]。此外，不同性别人群呈现出不同的发展趋势。预测结果显示，2022—2036年我国男性肌肉骨骼疾病的年龄标准化指标均呈上升趋势，而女性的相关指标变化趋势较平稳；相比之下，未来男性肌肉骨骼疾病负担上升幅度更为显著，但女性的肌肉骨骼疾病负担仍明显高于男性。

不同性别和年龄组之间肌肉骨骼疾病负担存在显著差异。总体而言，中国肌肉骨骼疾病负担随年龄增长而持续上升，尤其以中老年人群为主，且性别差异显著，女性疾病负担大于男性，其各项疾病负担指标均明显高于男性。人口老龄化是不可避免的社会发展趋势，随着年龄增长，生理功能的自然衰退增加了肌肉骨骼疾病的发生风

险,尤其是与年龄相关的疾病,如骨关节炎和骨质疏松症等^[31-32]。衰老不仅会导致生理变化,还可能伴有认知和运动功能下降,这进一步加剧了肌肉骨骼疾病负担^[33]。相比之下,女性肌肉骨骼疾病负担更为严重,这可能与女性的骨骼结构、较低的肌肉组织密度、较大的髋关节外翻角以及绝经后雌激素水平下降等生理因素有关^[34-35]。此外,妊娠和分娩也对肌肉骨骼系统存在影响,可能导致腹直肌分离以及姿势性背部、肩部和颈部疼痛^[36]。此外,传统性别角色往往要求女性承担更多的家务劳动,通常涉及重复性动作和不良的工作姿势,可能导致慢性疼痛和关节损伤,进一步加重了肌肉骨骼疾病负担^[37-38]。因此,未来公共卫生政策应该对中老年和女性群体给予更多的关注和支持,重点预防和治疗这类高风险人群的肌肉骨骼疾病。

与其他慢性非传染性疾病一样,早期诊断和积极的预防措施可以显著减轻肌肉骨骼疾病负担^[39]。具体防治策略包括保持健康的饮食、规律的体育锻炼及采取符合人体工程学的干预措施^[40]。长时间卧床休息可能会带来潜在风险,并可能导致慢性疼痛甚至残疾的发展,在临床实践中,医生应积极鼓励患者坚持体育锻炼,指导患者继续进行适度的体育锻炼^[41-42]。此外,全面的康复措施可以防止肌肉骨骼疾病的恶化、并发症的发生并改善预后,从而减轻肌肉骨骼疾病负担。在高收入地区,由于人口快速老龄化且医疗资源利用率高,应重点优化成本效益高的诊疗路径,推动早期干预,并确保患者获得高质量的康复服务^[43]。相比之下,低收入和中等收入地区,其医疗体系通常较为脆弱,应更加重视肌肉骨骼疾病的预防,并加大对医疗基础设施和健康服务体系建设的投入,以更好地应对日益增长的肌肉骨骼疾病负担^[43-44]。此外,扩大可负担医疗和康复服务的覆盖范围,并通过公共卫生宣传活动提高公众的健康意识,可以有效减轻直接和间接的肌肉骨骼疾病负担^[45]。

本研究通过采用 Joinpoint 回归、APC 模型和 ARMIA 模型等统计方法,不仅量化了肌肉骨骼疾病负担的变化,而且前瞻性预测了未来肌肉骨骼疾病负担的变化趋势,为我国肌肉骨骼疾病的防治策略提供了潜在的指导。本研究也存在一定局限性:数据来源于 GBD 数据库,可能受到数据质

量及其完整性的影响,导致研究结果存在一定偏倚;数据并未按照地域细分到省级,这限制了对我国不同地区肌肉骨骼疾病负担差异进行更深入分析。

综上,1990—2021 年我国肌肉骨骼疾病患病人数、发病人数、死亡人数和 DALYs 均呈现出持续上升的趋势,不同性别和年龄人群肌肉骨骼疾病负担存在显著差异。预测 2022—2036 年男性肌肉骨骼疾病负担上升幅度更为显著,但女性的肌肉骨骼疾病负担仍高于男性。人口老龄化的加剧将持续加重我国肌肉骨骼疾病负担,有必要针对不同性别和年龄人群制定个性化的肌肉骨骼疾病防治策略。

参考文献

- 1 Perruccio AV, Yip C, Badley EM, et al. Musculoskeletal disorders: a neglected group at public health and epidemiology meetings?[J]. *Am J Public Health*, 2017, 107(10): 1584–1585. DOI: [10.2105/AJPH.2017.303990](https://doi.org/10.2105/AJPH.2017.303990).
- 2 GBD 2013 DALYs and HALE Collaborators, Murray CJ, Barber RM, et al. Global, regional, and national disability-adjusted life years (DALYs) for 306 diseases and injuries and healthy life expectancy (HALE) for 188 countries, 1990–2013: quantifying the epidemiological transition[J]. *Lancet*, 2015, 386(10009): 2145–2191. DOI: [10.1016/S0140-6736\(15\)61340-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(15)61340-X).
- 3 GBD 2017 DALYs and HALE Collaborators. Global, regional, and national disability-adjusted life-years (DALYs) for 359 diseases and injuries and healthy life expectancy (HALE) for 195 countries and territories, 1990–2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017[J]. *Lancet*, 2018, 392(10159): 1859–1922. DOI: [10.1016/S0140-6736\(18\)32335-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)32335-3).
- 4 Safiri S, Kolahi AA, Cross M, et al. Prevalence, deaths, and disability-adjusted life years due to musculoskeletal disorders for 195 countries and territories 1990–2017[J]. *Arthritis Rheumatol*, 2021, 73(4): 702–714. DOI: [10.1002/art.41571](https://doi.org/10.1002/art.41571).
- 5 Tyrovolas S, Moneta V, Giné Vázquez I, et al. Mental disorders, musculoskeletal disorders and income-driven patterns: evidence from the Global Burden of Disease Study 2017[J]. *J Clin Med*, 2020, 9(7): 2189. DOI: [10.3390/jcm9072189](https://doi.org/10.3390/jcm9072189).
- 6 Briggs AM, Cross MJ, Hoy DG, et al. Musculoskeletal health conditions represent a global threat to healthy aging: a report for the 2015 World Health Organization world report on ageing and health[J]. *Gerontologist*, 2016, 56 Suppl 2: S243–S255. DOI: [10.1093/geront/gnw002](https://doi.org/10.1093/geront/gnw002).
- 7 Yang F, Di N, Guo WW, et al. The prevalence and risk factors of work related musculoskeletal disorders among electronics manufacturing workers: a cross-sectional analytical study in China[J]. *BMC Public Health*, 2023, 23(1): 10. DOI: [10.1186/s12889-022-14952-6](https://doi.org/10.1186/s12889-022-14952-6).

- 8 Liang J, Jia N, Zhang F, et al. Shoulder work-related musculoskeletal disorders and related factors of workers in 15 industries of China: a cross-sectional study[J]. *BMC Musculoskelet Disord*, 2022, 23(1): 952. DOI: [10.1186/s12891-022-05917-2](https://doi.org/10.1186/s12891-022-05917-2).
- 9 健康中国行动推进委员会. 健康中国行动(2019—2030年): 总体要求、重大行动及主要指标[J]. *中国循环杂志*, 2019, 34(9): 846–858. [Healthy China Initiative Promotion Committee. Healthy China Initiative (2019–2030): general requirements, key actions, and major indicators[J]. *Chinese Circulation Journal*, 2019, 34(9): 846–858.] DOI: [10.3969/j.issn.1000-3614.2019.09.003](https://doi.org/10.3969/j.issn.1000-3614.2019.09.003).
- 10 Petersen B, Steyl T, Phillips J. 'Pain free if I ever will be': lived experience of workers seeking care for pain attributed to musculoskeletal disorders[J]. *BMC Musculoskelet Disord*, 2024, 25(1): 779. DOI: [10.1186/s12891-024-07879-z](https://doi.org/10.1186/s12891-024-07879-z).
- 11 Chen N, Fong DYT, Wong JYH. Health and economic outcomes associated with musculoskeletal disorders attributable to high body mass index in 192 countries and territories in 2019[J]. *JAMA Netw Open*, 2023, 6(1): e2250674. DOI: [10.1001/jamanetworkopen.2022.50674](https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2022.50674).
- 12 Chen N, Fong DYT, Wong JYH. Trends in musculoskeletal rehabilitation needs in China from 1990 to 2030: a Bayesian age-period-cohort modeling study[J]. *Front Public Health*, 2022, 10: 869239. DOI: [10.3389/fpubh.2022.869239](https://doi.org/10.3389/fpubh.2022.869239).
- 13 Zhou M, Wang H, Zeng X, et al. Mortality, morbidity, and risk factors in China and its provinces, 1990–2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017[J]. *Lancet*, 2019, 394(10204): 1145–1158. DOI: [10.1016/S0140-6736\(19\)30427-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(19)30427-1).
- 14 Lewis R, Gómez Álvarez CB, Rayman M, et al. Strategies for optimising musculoskeletal health in the 21st century[J]. *BMC Musculoskelet Disord*, 2019, 20(1): 164. DOI: [10.1186/s12891-019-2510-7](https://doi.org/10.1186/s12891-019-2510-7).
- 15 GBD 2021 Diseases and Injuries Collaborators. Global incidence, prevalence, years lived with disability (YLDs), disability-adjusted life-years (DALYs), and healthy life expectancy (HALE) for 371 diseases and injuries in 204 countries and territories and 811 subnational locations, 1990–2021: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2021[J]. *Lancet*, 2024, 403(10440): 2133–2161. DOI: [10.1016/S0140-6736\(24\)00757-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(24)00757-8).
- 16 GBD 2021 Causes of Death Collaborators. Global burden of 288 causes of death and life expectancy decomposition in 204 countries and territories and 811 subnational locations, 1990–2021: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2021[J]. *Lancet*, 2024, 403(10440): 2100–2132. DOI: [10.1016/S0140-6736\(24\)00367-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(24)00367-2).
- 17 GBD 2021 Other Musculoskeletal Disorders Collaborators. Global, regional, and national burden of other musculoskeletal disorders, 1990–2020, and projections to 2050: a systematic analysis of the Global Burden of Disease Study 2021[J]. *Lancet Rheumatol*, 2023, 5(11): e670–e682. DOI: [10.1016/S2665-9913\(23\)00232-1](https://doi.org/10.1016/S2665-9913(23)00232-1).
- 18 Wu D, Wong P, Guo C, et al. Pattern and trend of five major musculoskeletal disorders in China from 1990 to 2017: findings from the Global Burden of Disease Study 2017[J]. *BMC Med*, 2021, 19(1): 34. DOI: [10.1186/s12916-021-01905-w](https://doi.org/10.1186/s12916-021-01905-w).
- 19 Woolf AD, Akesson K. Understanding the burden of musculoskeletal conditions. The burden is huge and not reflected in national health priorities[J]. *BMJ*, 2001, 322(7294): 1079–1080. DOI: [10.1136/bmj.322.7294.1079](https://doi.org/10.1136/bmj.322.7294.1079).
- 20 曾四清, 李艳, 刘珺, 等. 两组序列数据趋势变化特征对比分析的 Joinpoint 回归模型方法及应用[J]. *中国卫生统计*, 2021, 38(2): 307–311. [Zeng SQ, Li Y, Liu J, et al. Joinpoint regression model method and application for comparative analysis of trend change characteristics of two groups of sequence data[J]. *Chinese Journal of Health Statistics*, 2021, 38(2): 307–311.] DOI: [10.3969/j.issn.1002-3674.2021.02.039](https://doi.org/10.3969/j.issn.1002-3674.2021.02.039).
- 21 刘雪薇, 王媛, 韦丹梅, 等. 1990—2019 年中国女性乳腺癌发病及死亡趋势的年龄-时期-队列模型分析[J]. *中国全科医学*, 2023, 26(1): 34–41. [Liu XW, Wang Y, Wei DM, et al. Age-period-cohort analysis of trends in breast cancer incidence and mortality among Chinese females from 1990 to 2019[J]. *Chinese General Practice*, 2023, 26(1): 34–41.] DOI: [10.12114/j.issn.1007-9572.2022.0619](https://doi.org/10.12114/j.issn.1007-9572.2022.0619).
- 22 王淑霞, 李明阳, 刘希波, 等. ARIMA 模型在全国艾滋病新发现病例数预测中的可行性研究[J]. *中国艾滋病性病*, 2020, 26(7): 705–708. [Wang SX, Li MY, Liu XB, et al. Study of ARIMA model in predicting the incidence of AIDS in China[J]. *Chinese Journal of AIDS & STD*, 2020, 26(7): 705–708.] DOI: [10.13419/j.cnki.aids.2020.07.08](https://doi.org/10.13419/j.cnki.aids.2020.07.08).
- 23 Shevelkova V, Mattocks C, Lafortune L. Efforts to address the sustainable development goals in older populations: a scoping review[J]. *BMC Public Health*, 2023, 23(1): 456. DOI: [10.1186/s12889-023-15308-4](https://doi.org/10.1186/s12889-023-15308-4).
- 24 Araujo de Carvalho I, Epping-Jordan J, Pot AM, et al. Organizing integrated health-care services to meet older people's needs[J]. *Bull World Health Organ*, 2017, 95(11): 756–763. DOI: [10.2471/BLT.16.187617](https://doi.org/10.2471/BLT.16.187617).
- 25 Briggs AM, Woolf AD, Dreinhöfer K, et al. Reducing the global burden of musculoskeletal conditions[J]. *Bull World Health Organ*, 2018, 96(5): 366–368. DOI: [10.2471/BLT.17.204891](https://doi.org/10.2471/BLT.17.204891).
- 26 Tian T, Zhu L, Fu Q, et al. Needs for rehabilitation in China: estimates based on the Global Burden of Disease Study 1990–2019[J]. *Chin Med J (Engl)*, 2025, 138(1): 49–59. DOI: [10.1097/CM9.0000000000003245](https://doi.org/10.1097/CM9.0000000000003245).
- 27 Lin I, Wiles LK, Waller R, et al. Poor overall quality of clinical practice guidelines for musculoskeletal pain: a systematic review[J]. *Br J Sports Med*, 2018, 52(5): 337–343. DOI: [10.1136/bjsports-2017-098375](https://doi.org/10.1136/bjsports-2017-098375).
- 28 Lin I, Wiles L, Waller R, et al. What does best practice care for musculoskeletal pain look like? Eleven consistent recommendations from high-quality clinical practice guidelines: systematic review[J]. *Br J Sports Med*, 2020, 54(2): 79–86. DOI: [10.1136/bjsports-2018-099878](https://doi.org/10.1136/bjsports-2018-099878).
- 29 Cao F, Li DP, Wu GC, et al. Global, regional and national temporal trends in prevalence for musculoskeletal disorders in women of

- childbearing age, 1990–2019: an age–period–cohort analysis based on the Global Burden of Disease Study 2019[J]. *Ann Rheum Dis*, 2024, 83(1): 121–132. DOI: [10.1136/ard-2023-224530](https://doi.org/10.1136/ard-2023-224530).
- 30 王耀国, 韩婷, 唐诗诗, 等. 基于 GBD 的中国老年人群疾病负担分析与趋势研究[J]. *公共卫生与预防医学*, 2024, 35(6): 1–5. [Wang YG, Han T, Tang SS, et al. Trend research on disease burden among the elderly in China based on GBD big data[J]. *Journal of Public Health and Preventive Medicine*, 2024, 35(6): 1–5.] DOI: [10.3969/j.issn.1006-2483.2024.06.001](https://doi.org/10.3969/j.issn.1006-2483.2024.06.001).
- 31 Rahmati M, Nalesso G, Mobasheri A, et al. Aging and osteoarthritis: central role of the extracellular matrix[J]. *Ageing Res Rev*, 2017, 40: 20–30. DOI: [10.1016/j.arr.2017.07.004](https://doi.org/10.1016/j.arr.2017.07.004).
- 32 Khandelwal S, Lane NE. Osteoporosis: review of etiology, mechanisms, and approach to management in the aging population[J]. *Endocrinol Metab Clin North Am*, 2023, 52(2): 259–275. DOI: [10.1016/j.ecl.2022.10.009](https://doi.org/10.1016/j.ecl.2022.10.009).
- 33 Cai Y, Han Z, Cheng H, et al. The impact of ageing mechanisms on musculoskeletal system diseases in the elderly[J]. *Front Immunol*, 2024, 15: 1405621. DOI: [10.3389/fimmu.2024.1405621](https://doi.org/10.3389/fimmu.2024.1405621).
- 34 Collins BC, Laakkonen EK, Lowe DA. Aging of the musculoskeletal system: how the loss of estrogen impacts muscle strength[J]. *Bone*, 2019, 123: 137–144. DOI: [10.1016/j.bone.2019.03.033](https://doi.org/10.1016/j.bone.2019.03.033).
- 35 Enns DL, Tiidus PM. The influence of estrogen on skeletal muscle: sex matters[J]. *Sports Med*, 2010, 40(1): 41–58. DOI: [10.2165/11319760-000000000-00000](https://doi.org/10.2165/11319760-000000000-00000).
- 36 Sperstad JB, Tennfjord MK, Hilde G, et al. Diastasis recti abdominis during pregnancy and 12 months after childbirth: prevalence, risk factors and report of lumbopelvic pain[J]. *Br J Sports Med*, 2016, 50(17): 1092–1096. DOI: [10.1136/bjsports-2016-096065](https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096065).
- 37 Hsieh PL, Lee YC, Yang SY, et al. Association between work content and musculoskeletal disorders among home caregivers: a cross–section study[J]. *Ind Health*, 2022, 60(6): 514–524. DOI: [10.2486/indhealth.2021-0160](https://doi.org/10.2486/indhealth.2021-0160).
- 38 Aguilar–Palacio I, Obón–Azuara B, Castel–Feced S, et al. Gender health care inequalities in health crisis: when uncertainty can lead to inequality[J]. *Arch Public Health*, 2024, 82(1): 46. DOI: [10.1186/s13690-024-01276-7](https://doi.org/10.1186/s13690-024-01276-7).
- 39 van Mulligen E, Rutten–van Mölken M, van der Helm–van Mil A. Early identification of rheumatoid arthritis: does it induce treatment–related cost savings?[J]. *Ann Rheum Dis*, 2024, 83(12): 1647–1656. DOI: [10.1136/ard-2024-225746](https://doi.org/10.1136/ard-2024-225746).
- 40 Lewis R, Gómez Álvarez CB, Rayman M, et al. Strategies for optimising musculoskeletal health in the 21st century[J]. *BMC Musculoskelet Disord*, 2019, 20(1): 164. DOI: [10.1186/s12891-019-2510-7](https://doi.org/10.1186/s12891-019-2510-7).
- 41 Verbunt JA, Sieben J, Vlaeyen JW, et al. A new episode of low back pain: who relies on bed rest?[J]. *Eur J Pain*, 2008, 12(4): 508–516. DOI: [10.1016/j.ejpain.2007.08.001](https://doi.org/10.1016/j.ejpain.2007.08.001).
- 42 Gatchel RJ. Musculoskeletal disorders: primary and secondary interventions[J]. *J Electromyogr Kinesiol*, 2004, 14(1): 161–170. DOI: [10.1016/j.jelekin.2003.09.007](https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2003.09.007).
- 43 Chen N, Fong DYT, Wong JYH. The global health and economic impact of low–back pain attributable to occupational ergonomic factors in the working–age population by age, sex, geography in 2019[J]. *Scand J Work Environ Health*, 2023, 49(7): 487–495. DOI: [10.5271/sjweh.4116](https://doi.org/10.5271/sjweh.4116).
- 44 Hartvigsen J, Hancock MJ, Kongsted A, et al. What low back pain is and why we need to pay attention[J]. *Lancet*, 2018, 391(10137): 2356–2367. DOI: [10.1016/S0140-6736\(18\)30480-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)30480-X).
- 45 Fatoye F, Gebrye T, Ryan CG, et al. Global and regional estimates of clinical and economic burden of low back pain in high–income countries: a systematic review and meta–analysis[J]. *Front Public Health*, 2023, 11: 1098100. DOI: [10.3389/fpubh.2023.1098100](https://doi.org/10.3389/fpubh.2023.1098100).

收稿日期: 2025 年 02 月 27 日 修回日期: 2025 年 08 月 11 日
本文编辑: 张 苗 黄 笛

引用本文: 黄禹力, 陈龙, 唐凛峰, 等. 1990—2021 年中国肌肉骨骼疾病负担变化趋势分析及发展趋势预测[J]. 数理医药学杂志, 2025, 38(9): 642–654. DOI: [10.12173/j.issn.1004-4337.202502096](https://doi.org/10.12173/j.issn.1004-4337.202502096).
Huang YL, Chen L, Tang LF, et al. Analysis of the changing trends of musculoskeletal disease burden in China from 1990 to 2021 and the prediction of the development trends[J]. *Journal of Mathematical Medicine*, 2025, 38(9): 642–654. DOI: [10.12173/j.issn.1004-4337.202502096](https://doi.org/10.12173/j.issn.1004-4337.202502096).