

中国生物力学研究展望

姜宗来¹, 陈维毅², 樊瑜波^{3,4}

1. 上海交通大学生命科学技术学院力学生物学研究所, 上海 200240

2. 太原理工大学生物医学工程学院, 太原 030024

3. 民政部国家康复辅具研究中心, 北京 100176

4. 北京航空航天大学生物与医学工程学院, 生物医学工程高精尖创新中心, 北京 100083

摘要 现代生物力学经过近60年的不断发展, 如今已成为生物医学工程重要的学科前沿交叉领域。本文回顾了21世纪以来国际生物力学研究领域主要进展和发展趋势, 以及中国生物力学学科正在发展的力学生物学和生物力学建模分析、临床应用两大重点领域; 展望了中国生物力学学科应重点关注的生命科学、现代医学、大健康工程和国防等四大领域; 提出了促进中国生物力学学科在疾病力学生物学机制研究、生物力学设计与健康工程研究、特殊环境生物力学与力学生物学研究等方面发展的建议。

关键词 生物力学; 力学生物学; 应力-生长关系; 健康工程; 生物医学工程

生物力学(biomechanics)是研究生命体受力、变形和运动以及与其生理病理之间关系的科学。现代生物力学是对生命过程中的力学因素及其作用进行定量的研究, 通过生物学与力学原理方法的有机结合, 认识生命过程的规律, 解决生命与健康领域的科学问题。现代生物力学经过近60年的不断发展, 如今已成为生物医学工程重要的学科前沿交叉领域^[1-3]。

21世纪以来, 国际研究领域最新的主要进展和发展趋势: 一是力学生物学(mechanobiology); 二是生物力学建模分析及其临床应用。前者主要是生物力学细胞分子层次的机制(发现)研究, 而后者主要是生物力学解决临床问题的应用(发明)研究, 以生物力学理论和方法发展有疗效的或有诊断意义的新概念与新技术^[3-5]。

近年来, 中国生物力学研究呈现宏-微观结合、多

尺度探索的趋势, 与生命科学及临床医学应用结合的更加紧密。

一方面, 力学生物学研究在中国已渐成规模, 成为生物力学学科发展的重点之一。深入开展了细胞对复杂微力学环境刺激的反应及其力学信号转导通路和网络调控机制和力学因素对细胞功能的调控作用及其在疾病发生发展中的力学生物学机制研究^[4-7]。

另一方面, 中国生物力学研究正致力于深入到人工组织器官、康复辅具、生物医学诊疗仪器及新药设计、筛选与开发等医疗健康产业领域, 将生物力学数值模拟技术应用于临床手术优化设计, 开发新型植入医疗器械; 基于生物力学原理开展人体防护装备设计、人机工程设计、个性化精准化治疗与康复方案的制定以及临床诊断和治疗仪器的研制等, 该领域的研究也正在成为中国生物力学学科发展的另一重点^[4-5, 8-9]。

收稿日期: 2019-01-01; 修回日期: 2019-01-31

作者简介: 姜宗来, 教授, 研究方向为生物力学, 电子邮箱: zljia@situ.edu.cn

引用格式: 姜宗来, 陈维毅, 樊瑜波. 中国生物力学研究展望[J]. 科技导报, 2019, 37(3): 27-29; doi: 10.3981/j.issn.1000-7857.2019.03.002

1 生物力学研究展望

2016年10月,国务院印发了《“健康中国2030”规划纲要》和《关于加快发展康复辅助器具产业的若干意见》,对中国健康事业发展提出了新的规划。目前,伴随着生命科学、力学和现代科学技术发展的新趋势以及人类健康的新需求,面对中国人口老龄化加剧、慢病问题突出、大健康产业发展迫切的客观环境,中国生物力学学科既迎来了新的发展机遇,也面临着诸多挑战。当今,生命科学领域干细胞、多组学、神经与脑科学和免疫等领域快速发展;在工程科学领域人工智能、新材料、机器人、智能制造、基于新的声光电磁热的测试技术等日新月异,医学与生命科学和工程技术的交叉融合越来越广且越来越深。力学学科自身在跨尺度、多场耦合和结构设计等领域也取得了长足发展。

在新时期,生物力学发展应该深入到:(1)生命科学纵深地带,在生命科学的最前沿,如干细胞和免疫等领域开展创新性研究;(2)现代医学的心血管、脑、神经和骨肌系统等前沿学科;(3)大健康领域,运动、康复和养老助障等;(4)国防科研领域,如防护和增能等。生物力学研究应该在新的角度、以新的视野,思考自身发展及其与相关学科的交叉融合,与人工智能、新材料、机器人、互联网和新传感等新技术的协同;应该在发展新型诊疗、预防技术和健康技术,在发展新型医疗器械、健康装备和康复辅具等大健康产业中做出不可替代的贡献^[8-10]。

2 生物力学研究建议

中国生物力学研究的发展要抓住机遇,在基础研究领域紧跟和引领生物力学的发展前沿,在应用领域重点解决与临床疾病发生、发展、预防和治疗相关的关键科学问题,具体研究领域包括以下3个方面。

1) 心脑血管病和恶性肿瘤等非传染性疾病和慢病发生发展的力学生物学机制研究。阐明细胞对力学微环境的感受及生物学响应机制;细胞与力学微环境之间相互作用对细胞生物学行为的影响及其调控信号通路;免疫细胞与力学微环境交互作用机制等,为阐明疾病的诊断、治疗以及新型药物和新技术的研发提供基于力学生物学的重要理论和具有临床意义的新思路。

2) 生物力学设计与健康工程研究。基于生物力学

原理和设计,开展人工组织器官、康复辅具、生物医学诊疗仪器及新药设计、筛选与开发;研究生物功能材料的力学结构设计原理,生物材料力学性质以及表界面物理性状对细胞生物学行为和组织再生的影响及其调控机制;基于生物力学建模仿真的临床治疗方案的个体化优化设计和疗效评价,为国家的医疗器械、康复辅具的创新开发和医疗大健康产业发展提供生物力学的解决方案。

3) 特殊环境生物力学与力学生物学研究。研究航空航天等微重力和超重环境以及高原、深海和极地等特殊环境、对人体生理功能的影响及其防护和对抗措施;机体组织细胞对微重力或超重环境的响应与调控的力学生物学机制;基于生物力学原理的空间特殊环境生物学研究的新概念、新技术和新方法。

参考文献(References)

- [1] Fung Y C. Biomechanics: Motion, flow, and growth[M]. New York: Springer-Verlag, 1990.
- [2] Fung Y C. Celebrating the inauguration of the journal: Biomechanics and modeling in mechanobiology[J]. Biomechan Model Mechanobiol, 2002, 1(1): 3-4.
- [3] 姜宗来, 樊瑜波. 生物力学: 从基础到前沿[M]. 北京: 科学出版社, 2010.
Jiang Zonglai, Fan Yubo. Biomechanics: From foundation to frontiers[M]. Beijing: Science Press, 2010.
- [4] 姜宗来. 我国生物力学研究现状与展望[J]. 中国生物医学工程学报, 2011, 30(2): 165-172.
Jiang Zonglai. The recent advances and prospects of biomechanics in China[J]. Chinese Journal of Biomedical Engineering, 2011, 30(2): 165-172.
- [5] 姜宗来. 从生物力学到力学生物学的进展[J]. 力学进展, 2017, 47(1): 201709.
Jiang Zonglai. Advance from biomechanics to mechanobiology[J]. Advances in Mechanics, 2017, 47(1): 201709.
- [6] 姜宗来, 齐颖新. 血管力学生物学[M]. 上海: 上海交通大学出版社, 2017.
Jiang Zonglai, Qi Yingxin. Vascular mechanobiology biology[M]. Shanghai: Shanghai Jiaotong University Press, 2017.
- [7] Han Y, Huang K, Yao Q P, et al. Mechanobiology in vascular remodeling[J]. National Science Review, 2018, 5(6): 933-946.
- [8] 樊瑜波, 邓小燕. 生物力学建模仿真与应用[M]. 上海: 上海交通大学出版社, 2017.
Fan Yubo, Deng Xiaoyan. Biomechanical modeling and clinical application[M]. Shanghai: Shanghai Jiaotong University Press,

- 2017.
- [9] 陈维毅, 孙秀珍. 眼耳鼻咽喉生物力学[M]. 上海: 上海交通大学出版社, 2017.
- Chen Weiyi, Sun Xiuzhen. Biomechanics of eye, and otorhinolaryngology[M]. Shanghai: Shanghai Jiaotong University Press, 2017.
- [10] 樊瑜波. 生物力学与健康技术[J]. 医用生物力学, 2018, 33(增刊1): 2.
- Fan Yubo. Biomechanics and health technologies[J]. Journal of Medical Biomechanics, 2018, 33(Suppl 1): 2.

Prospects of biomechanics in China

JIANG Zonglai¹, CHEN Weiyi², FAN Yubo^{3,4}

1. Institute of Mechanobiology & Medical Engineering, School of Life Sciences & Biotechnology, Shanghai Jiao Tong University, Shanghai 200240, China
2. School of Biomedical Engineering, Taiyuan University of Technology, Taiyuan 030024, China
3. National Research Center for Rehabilitation Technical Aids, Ministry of Civil Affairs of PRC, Beijing 100176, China
4. Beijing Advanced Innovation Center for Biomedical Engineering, School of Biological Science & Medical Engineering, Beihang University, Beijing 100083, China

Abstract After nearly 60-year continuous development, modern biomechanics is becoming an important frontier and interdisciplinary field of biomedical engineering. This paper reviews the worldwide key achievements and development trend of biomechanics, as well as domestic mechanobiology and biomechanical modeling and analysis and their clinical applications since the beginning of the new century. The development of biomechanics in China is expected to continue in four fields: life science, modern medicine, great health engineering and national defense. Three suggestions to the development of biomechanics in China are put forward, including the study on the mechanobiological mechanism of diseases, the study on the design of biomechanics and health engineering, and the study on the biomechanics and mechanobiology of special environment.

Keywords biomechanics; mechanobiology; stress-growth theory; health engineering; biomedical engineering ●



(责任编辑 刘志远)