

世纪之交的生物力学盛会

——第三届世界生物力学大会和第五届中日美新生物力学学术会议

柳兆荣 覃开荣

复旦大学生物力学实验室, 上海 200433

1. 简介

在世纪之交的关键时刻, 生物力学界的两次重要会议——第三届世界生物力学大会 (The Third World Congress of Biomechanics) 和第五届中日美新生物力学学术会议 (The Fifth Japan-USA-Singapore-China Conference on Biomechanics)——在日本隆重召开了。这两次会议的召开, 不仅给世界各国的生物力学工作者提供了奉献和分享生物力学最新成果的舞台, 而且给二十一世纪的生物力学指明了前进的方向。

世界生物力学大会由世界生物力学理事会发起, 亚、欧、美等洲各国的生物力学学会或专业委员会协办。本届会议由日本科学理事会和日本生物力学专业委员会主办, 于8月2日~9日在日本札幌市的北海道大学举行。来自中、美、日、英、法、俄罗斯等30多个国家的千余名生物力学同行参加了本届会议。会议交流论文约1051篇, 其中大会特邀报告(45分钟)5篇, 专题报告(30分钟)16篇, 专题发言(20分钟)430篇, 口头交流(15分钟)387篇和墙展交流213篇。我国(包括台湾和香港)有50多名学者参加了这次大会, 交流论文主要是口头和墙展交流方式。尽管我国学者的部分论文引起了国外同行的浓厚兴趣和广泛关注, 但我国学者却与大会特邀报告和专题报告的机会无缘。即使是20分钟的专题发言, 除了少数“海外兵团”(旅居国外的我国学者)有幸入围外, 中签的我国学者寥寥无几。可见, 我国生物力学要在世界生物力学大会上拥有重要席位, 还要经历一段艰难曲折的路程。

中日美新生物力学学术讨论会由生物力学奠基人, 华裔著名学者冯元桢先生发起, 由中、日、美、新生物力学学会(专业委员会)轮流主办。本届会议轮到日本主办, 于8月9日~13日在日本仙台举行。按照惯例, 各国组团参加, 会议总人数限定在100人左右, 便于面对面的交流。我国10余名学者组团参加(中方主席为复旦大学柳兆荣教授)了这届会议。由各国派出一名学者做大会特邀报告, 其余

代表做三分钟口头集中发言后, 再利用墙展的方式进行交流。我国学者所做的大会特邀报告关于骨力学的内容, 结合了临床应用, 相较其他三国, 水平不会逊色多少。而且, 尽管我国学者的幻灯片和墙报制作水平亟待改善, 但是部分学者的研究成果已引起各国学者的关注和兴趣。

总之, 两次会议汇集了世界各国生物力学的研究成果, 这些成果不仅代表了世纪之末生物力学的发展现状, 而且涉及的新领域, 提出的有关新概念、新理论和新方法为二十一世纪世界生物力学的发展指明了前进的方向。两次会议不愧为世界生物力学界的盛会。

2. 蓬勃发展的生物力学

本届世界生物力学大会的特点是参加的国家较多, 达30多个。除非洲以外, 其它各洲都有国家派代表参加。尤其像英、法、美这样一些经济发达国家派出了较强大的阵容参加大会。就连饱经政治经济磨难的东欧和俄罗斯, 也派出了相当人员参加。这充分说明生物力学这一交叉、边缘学科已引起各国教育和科技界的广泛关注。俄罗斯在会议期间声称它将于1999年召开首届全国生物力学学术会议, 由此可见一斑。

据称, 美国国家自然科学基金委员会近年来加强了对生物力学学科的资金投入, 估计生物力学学科申请自然科学基金的中标率达60%以上。说明在美国, 生物力学学科已值发展的黄金时期, 用冯先生的话说: “生物力学已步入中、壮年时期”。

3. 生物力学的重点领域与研究热点

由于第三届世界生物力学大会比第五届中日美新生物力学学术讨论会参加的国家多, 因之代表面广、交流论文涉及面广, 所以我们主要对世界生物力学大会做介绍和分析。表1给出了第三届世界生物力学大会上几个主要研究领域的交流论文篇数, 其中, 5篇特邀报告分别是关于血液动力学、运动生物力学、骨力学和分子生物力学的内容; 16篇专

表 1 第三届世界生物力学大会上主要研究领域的交流论文篇数*

	特邀报告 (45 分钟)	专题报告 (30 分钟)	专题发言 (20 分钟)	口头交流 (15 分钟)	墙展交流	合计
细胞和分子力学	1	1	39	42	14	97
血液动力学	2	4	136	81	31	254
呼吸力学		2	19	6	3	30
骨与关节力学	1	3	118	117	39	278
软组织力学		4	50	39	29	122
运动生物力学	1	1	23	30	17	72
其它		1	45	72	80	198
合计	5	16	430	387	213	1051

* 粗略统计

题报告涉及血液动力学、呼吸力学、骨力学、软组织力学、细胞力学、运动生物力学等领域；430篇专题发言除了涉及上述领域之外，还包括了损伤力学等其它内容；其余的口头和墙展交流内容更是门类俱全、丰富多彩，在个体、系统、器官、组织、细胞和分子各个层次上均有涉及。论文题目涉及的领域广泛，并不意味着各领域的发展是平衡的。某些领域尽管仍有研究者辛勤耕耘，但无论是从提交论文的数量和质量上还是从被人们关注的程度上看，这些领域已明显不是今后研究和发展的热点。与此相反，由于一些领域如血液动力学、骨力学和软组织力学等已取得长足进步，其理论已成功用于解释生命科学中的力学规律，而且有着广阔的应用前景，所以无论是在过去还是在将来都是人们感兴趣的领域。另外一些领域如细胞和分子生物力学等是近年崛起的“新秀”，异军突起，大有后来居上之势。

3.1. 血液动力学仍然是生物力学最活跃的分支之一

本世纪 50 年代末由 Womersley 和 McDonald 等人创建的血液动力学如今已取得了长足的发展。许多心脑血管疾病的形成和发展与血液动力学因素有着密切的关系。动脉粥样硬化与血液动力学环境定量关系的研究，是血液动力学用于解释心脑血管疾病机理最为成功的例子之一。本届世界生物力学大会上，David N. Ku 的大会特邀报告对此进行了详细的综述。他指出，动脉粥样硬化的发生和发展与血液动力学因素有着密切的联系，在所有血液动力学因素中，血流作用于动脉管壁的剪应力起着至关重要的作用。并指出，剪应力过低将导致血管内膜的增厚；而剪应力过高会导致血小板的聚集。由此他确定出，正常血管壁存在着最佳剪应力范围。正因如此，剪应力与血管壁结构和功能关系的研究遍及系统、器官、组织、细胞和分子层次，包括在体

(in vivo) 的和离体 (in vitro) 的研究。一些学者的论文运用计算流体力学或模型实验的手段，分析血管特殊几何构型包括弯曲、分叉和局部狭窄对血管内流场和管壁剪应力的影响，试图建立剪应力值与动脉粥样硬化斑块形成的定量关系。有的学者还进一步运用超声多普勒技术和 MRI 技术对活体血管的剪应力进行测量，以讨论剪应力和血管重建的关系。

动脉壁力学性质的研究仍然是人们感兴趣的领域。目前人们对于动脉壁力学的研究已区别于传统的研究内容，不仅研究动脉结构成分特别是平滑肌的功能对动脉力学特性的影响，而且将动脉的结构和功能与应力环境联系起来，即研究动脉壁重建与应力环境的定量关系。冯元桢先生是这一领域的先锋，也是权威。他说：“我们正在研究组织重建过程中血管质量、大小、形状和零应力状态的变化与应力、应变的关系，并试图确定控制组织重建的最好‘定律’。当这一工作完成后，我们希望能通过应力和应变的控制，用工程方法培育血管。”这段话说明生物力学在组织工程中有着广阔的应用前景。

心脏力学、心脏与血管相互影响和人工器官也是血液动力学中久盛不衰的几个经典领域。Nico Westerhof 报告了冠状循环中的血液动力学问题。Hiroyuki Suga 报告了心脏收缩与能量消耗的关系。Helmut M. Reul 报告了人工器官中的血液动力学问题。此外，有的学者旧瓶新装，试图用新方法解释心血管系统中的压力和流量波的传播和反射规律，尽管新意不多，但说明了经典的血液动力学问题仍然值得人们关注。

3.2. 骨力学和软组织力学等领域方兴未艾

骨力学和软组织力学等领域虽然已发展得相当成熟，但从本届会议报告的论文数量上看，仍占有

很大的比例。Leif Ryd 的大会特邀报告详细阐述了骨力学在矫形学中的应用。他指出,有限元方法可能是骨力学中最有效的力学工具。通过有限元分析,生物力学家们不仅可以设计修复植入物的最优形状,而且可以研究骨重建过程的力学规律。在专题报告中,Steven A. Goldstein 报告了骨的分层结构和功能关系; Nigel G. Shrive 则报告了韧带和韧带疤的生物力学;也有研究骨对机械刺激的响应规律的。尽管以 Stephen C. Cowin 等人为代表的骨重建和软组织重建理论已日趋成熟,但骨力学和软组织力学理论无论在指导临床上骨折和软组织损伤的治疗,还是在矫形科学中的应用,在现在或将来都是至关重要的。这些领域的研究必不可少。

3.3. 细胞和分子生物力学异军突起

细胞和分子生物力学等是 80 年代崛起的“新秀”。无论是深层次研究动脉粥样硬化和血管重建的机理,还是研究机械刺激下骨的重建,最终都要在细胞和分子水平上进行研究。现在的细胞力学已深入到基因层次。内容涉及到外界力场作用下细胞的黏附和迁移、信号感受、传递和响应、细胞骨架以及基因表达的变化规律等等。由于 Richard Skalak 在细胞和分子生物力学领域的卓越贡献,会议专门举办了关于细胞和分子生物力学的专题讨论会,来纪念这位已故的著名生物力学家。近年来,由细胞和分子生物力学衍生出的新概念“Mechanobiology (力学生物学或机械生物学)”说明经典力学在生命科学中有强大的生命力。今后的生物力学,不仅是力学在生命科学中的应用,而是两者相互交叉、融合并不断产生新观念和新生长点的学科。细胞和分子生物力学是生物力学的一个新前沿,吸引着越来越多学者的关注,必将得到很快的发展。

从本次会议看,上述领域都将是国外今后仍需发展的研究领域。但各领域的重点和前沿,将是应力和生长关系的研究。在血液动力学领域,体现为应力(应变)与血管重建定量关系的研究;在细胞力学和分子生物力学领域,体现为外界力场作用下细胞结构和功能的响应规律;在骨力学和软组织力学领域,则体现为骨和软组织生长或重建与应力(应变)环境之间关系的研究。研究应力和生长关系,对组织工程的发展有着十分重要的意义。

4. 抓住机遇,迎头赶上

从报告论文的数量和质量,以及受人们重视的程度来看,美国在生物力学领域的研究成果当仁不让地居领先水平;日本的学者紧握美国的脉搏,虽然创新性工作还不多,但由于他们有充足的经费和先进的仪器,因此所研究的内容比较新颖;西欧和澳大利亚的生物力学工作者则更多是停留在对生物力学中一些经典问题进行研究的水平上。

我国学者的整体水平赶不上美国、日本,但是在某些局部领域和方向,已处于或接近国际先进水平。有些工作已引起国际同行的足够重视。我国学者主要不足处是论文的表现形式——幻灯片和科学墙报的制作水平低下。语言问题也是一个突出的问题,我国学者在本届世界生物力学大会上与特邀报告和专题报告的参加资格无缘,很大程度上是语言不过关,与国外交流不够。解决这一问题,吸引海外的优秀留学人员回国工作不失为好办法。

我们认为,我国的生物力学研究要在所有领域赶上和超过发达国家的水平,在现阶段是不现实的。从发展战略上,我们要“有所赶,有所不赶”。我国的生物力学在血液动力学、骨力学和细胞力学等领域研究已有相当的基础,某些局部的研究已达到或接近国际先进水平,建议国家自然科学基金加强扶持这些局部领域的研究,切忌“撒胡椒面”。国家自然科学基金委员会正在资助的重点项目“应力和生长关系的研究”是瞄准了国际生物力学前沿的好项目。基金委今后应加强对相关项目的资助力度。

会议决定,第四届世界生物力学大会将于 2002 年在加拿大召开,第六届中日美新生物力学学术会,议将于 2001 年在美国召开。衷心祝愿我国学者在下届会议上报告出高质量的研究成果,为国争光。

参 考 文 献

- 1 Yuji Matsuzaki, Takashi Nakamura, Eiichi Tanaka. Abstracts of the Third World Congress of Biomechanics. Hokkaido University, Sapporo, Japan, August 2~8, 1998
- 2 Hiroyuki Abé. Proceedings of the Fifth Japan-USA-Singapore-China Conference on Biomechanics. Tohoku University, Sendai, Japan, August 9~13, 1998