

附件 4:

机构编号: BZ0248

所属领域: 医疗卫生

北京市重点实验室三年绩效考评报告

(大纲)

实验室名称: 临床生物力学应用基础研究北京市重点实验室

依托单位: 首都医科大学

联系人: 王辉

联系电话: 83911848

手机: 13718238641

电子邮箱: davidwh@ccmu.edu.cn

依托单位科技主管部门联系人: 首都医科大学科技处

联系电话: 83911757

手机: 13401196134

电子邮箱: lixiayi@ccmu.edu.cn

北京市科学技术委员会

二〇二〇年制

报告说明

1. 本报告是为北京市重点实验室（以下简称“重点实验室”）绩效考评而设计。各重点实验室确保所写内容真实、客观、准确。
2. 本报告中的相关数据统计时间为自2017年1月1日起至2019年12月31日止。各年份相关数据必须和当年提交的年度报告保持一致，与年度报告相关数据不符均视为无效数据。
3. 在确认本报告编写准确无误后，应在依托单位内部进行公示（不少于5个工作日），并出具公示结果。依托单位应在承诺函的相应位置签字盖章，否则本报告无效。
4. 本报告中不得出现《国家科学技术保密规定》中列举的属于国家科学技术涉密范围的内容。

北京市重点实验室绩效考评承诺函

根据北京市重点实验室绩效考评有关文件要求，依托首都医科大学单位组建的临床生物力学应用基础研究北京市重点实验室参加本次绩效考评。并承诺如下：

- 1、所提供的报表数据、文字资料及有关附件材料真实、准确、完整；
- 2、对所提供的资料真实性负责；
- 3、不干预绩效考评工作。

实验室主任（签字）：

年 月 日

实验室依托单位（盖章）：

年 月 日

一、重点实验室基本情况统计表

基本信息	实验室名称	临床生物力学应用基础研究北京市重点实验室		依托单位	首都医科大学		共建单位	无	
	目前实验室主任	刘志成	职称	正高	手机	13901226281	电子邮箱	zcliu@ccmu.edu.cn	
	认定时实验室主任	刘志成		目前学术委员会主任	龙勉		认定时学术委员会主任	龙勉	
	主要运行地址	丰台区右安门外西头条10号							
	认定时研究方向	临床生物力学测量方法、生物力学数值建模与仿真和生物力学临床辅助技术。实验室开展人体力学环境和组织、器官等力学参量的测量方法研究，为分析人体功能改变的生物力学规律奠定基础；利用医学影像技术构建人体器官或系统的生物力学模型，分析力学环境下生理系统功能的改变规律；研发应用于临床的生物力学辅助器械、工具和装置；开发基于生物力学的临床诊治计算机辅助系统。							
目前研究方向	研究方向			负责人					
	生物力学测量方法研究及临床应用			刘志成、黄亚奇					
	计算生物力学在基础研究与临床实践的应用			刘志成、黄亚奇、张宽					
	生物力学辅助技术开发与临床应用			刘志成、张宽					
	人体运动功能控制与干预技术研究			张宽、张旭					
		年份	国家科技计划项目（科技部项目）、 国家自然科学基金委员会项目			省部级科技计划项目			
			数量	财政经费（万元）	北京市科委 科技计划项目		其他省部级 科技计划项目		

承担科技计划项目					数量	财政经费 (万元)	数量	财政经费 (万元)
	2017	4	165		1	20	0	0
	2018	2	52		0	0	0	0
	2019	2	75		0	0	3	60
	总计	8	292		1	20	3	60
发明专利 申请 (项)	年份	国内	PCT申请		发明专利 授权 (项)	年份	国内	国际
	2017	0	0			2017	0	0
	2018	1	0			2018	1	0
	2019	0	0			2019	1	0
	总计	1	0			总计	2	0
研究论文 (篇)	年份	国内 (中文核心)		国外 (仅限SCI (SSCI)、EI收录)		著作 (部)		
	2017	8		13		0		
	2018	13		11		0		
	2019	5		18		1		

研究水平与贡献	研究成果水平	总计	26			42			1	
	制(修)订技术标准(项)	年份	国际标准		国家标准		行业标准		地方标准	
		2017	0		0		0		0	
		2018	0		0		0		0	
		2019	0		0		0		0	
		总计	0		0		0		0	
	其他	年份	(主要填写等同于发明专利的成果数量,如新药证书、动/植物新品种、临床新批件等)							
		2017				5				
		2018				1				
		2019				0				
		总计				6				
	获奖(项)	年份	国家级奖项			省部级奖项				行业协会等其他奖项
			特等	一等	二等	特等	一等	二等	三等	
		2017	0	0	0	0	0	0	0	0

		2018	0	0	0	0	0	0	0	0
		2019	0	0	0	0	0	0	0	0
		总计	0	0	0	0	0	0	0	0
技术创新 的贡献度	年份	技术合同 (项)		技术性收入 (万元)		其中委托单位 为在京单位 (项)		技术性收入 (万元)		
	2017	0		0		0		0		
	2018	0		0		0		0		
	2019	0		0		0		0		
	总计	0		0.0		0		0.0		
	新技术/新产品 (项)		0		直接经济效益 (万元)		0.0			
	成果转化 (项)	0	金额 (万元)	0.0	其中在京转化 (项)	0	金额 (万元)	0.0		

队伍建设与人才培养	队伍结构情况	认定时专职人员数量	30	现有专职人员数量	37	副高级(含)以上职称数量及所占比例	26 70.3%	副高级(含)以上职称中40岁(含)以下数量及所占比例	3 11.5%	博士数量及所占比例	36 97.3%
	青年骨干人才培养情况	年份	引进数量		四类人才				其他		
		2017	0		0				0		
		2018	0		0				0		
		2019	0		0				0		
		总计	0		0				0		
		年份	培养数量		科技北京领军人才		科技新星		其他		
		2017	16		0		0		0		
		2018	21		0		0		0		
		2019	23		0		0		0		
		总计	60		0		0		0		
		年份	博士(人)				硕士(人)			职称晋升(人/次)	
		2017	3				11			2	
		2018	15				4			2	

		2019	6	14	3
		总计	24	29	7

开放交流与运行管理	开放交流	年份	开放课题 (项)	总金额 (万元)	访问学者 (人次)
		2017	5	\$5	0
		2018	0	0	0
		2019	0	0	2
		总计	5	5	2
	年份	学术委员会 召开次数	主/承办国际会议 (次)	在国际会议 做特邀报告 (人/次)	主/承办全国性会议 (次)
	2017	1	0	1	7
	2018	1	1	0	1
	2019	1	1	2	0
	总计	3	2	3	8
	年份	仪器设备纳入首都科 技条件平台数量 (台/套)	纳入条件平台仪器设 备原值总金额 (万元)	纳入条件平台仪器设 备对外提供有偿服务 次数	纳入条件平台仪器设备对外 提供有偿服务总金额 (万元)
	2017	6	304.16	0	0
	2018	6	304.16	0	0
2019	6	304.16	0	0	

	总计		18		912.48		0		0		
	国际科技合作基地		否		北京市科普基地		否				
依托单位支持	实验室现有科研面积 (m ²)	考评期内新增科研面积 (m ²)	实验室现有仪器设备数量 (台/套)	现有仪器设备原值 (万元)	考评期内新增仪器设备数量 (台/套)	新增仪器设备原值 (万元)	经费投入 (万元)	2017年	60	年报提交 (次)	3
								2018年	1125		
	2196	1146	319	3721.41	63	1493.45		2019年	353.394		
问题补充	2017年	(1) 在承担科技计划项目 (省部级科技计划项目) 部分, 北京市科委科技计划项目数更改为0, 财政经费更改为0; 其他省部级科技计划项目数量更改为1, 财政经费更改为20。(2) 在研究成果水平 (研究论文) 部分, 将国外 (仅限SCI (SSCI)、EI收录) 更改为10。(3) 在开放交流与运行管理部分, 将主/承办全国性会议更改为2。(4) 将绩效报告后附件1中的表格2中增加一本参编专注《眼耳鼻咽喉生物力学》; 将表格3中的两个软件著作权更改为授权。									
	2018年	(1) 在研究成果水平 (研究论文) 部分, 将国外 (仅限SCI (SSCI)、EI收录) 更改为16篇。(2) 在队伍建设与人才培养部分, 获得硕士学位人数更改为15人; 获得博士学位人数更改为4人。(3) 将绩效报告后附件1中的表格3中, 添加申请发明专利的申请号 (一种用于核磁共振成像的脊柱加压装置, 申请号CN201811194898.5); 增加一个发明专利的申请 (患者肢体助动机器人, 申请号CN201810120015X)。									
		(1) 在承担科技计划项目 (国家科技计划项目) 部分, 将数量更改为3, 财政经费更改为145; 将北京市科委科技计划项目数更改为0, 财政经费更改为0; 其他省部级科技计划项目数量更改为2, 财政经费更改为58。因此, 总计部分, 国家科技计划项目部分, 数量为9, 财政经费为362; 北京市科委科技发展计划部分, 数量为0, 财政经费为0; 其他省部级科技发展计划部分, 数量为3, 财政经费为78。(2) 将绩效报告后附									

	2019年	<p>件1中“承担国家科技计划项目”的表格中，增加一项（国家重大科研仪器研制项目子课题，临床前骨骼专用三维高分辨定量能谱CT的研制与应用，70万，负责人：杨智）。（3）将在“北京市科委科技计划项目”列表中序号为1的项目删除，移至列表“其他省部级科技计划项目”中。（4）在“其他省部级科技项目”列表中，去掉序号为2和3项目，将序号为1的项目的项目类型更改为“教育部“天诚汇智”创新促教基金”；增加一个项目（北京市自然科学基金海淀联合基金项目，基于影像仿真的颅内动脉瘤不同生长模式下支架介入的血流动力学特性变化规律研究，28万，负责人：李海云）。</p>
--	-------	---

填表说明:

- 1、国家科技计划项目仅指科技部项目，其他部委级项目均在省部级项目中计数。跨年度项目以立项年度为统计依据，财政经费以任务书中约定的经费为统计依据，不能重复计算。例：某项目2017年立项，财政经费300万，但在2018年下拨。该项目统计时纳入2017年，财政经费300万元。
- 2、PCT为Patent Cooperation Treaty（专利合作协定）的简写，是专利领域的一项国际合作条约，即在一个专利局（受理局）提出的一件专利申请（国际申请），申请人在其申请中（指定）的每一个PCT成员国都有效，从而避免了在几个国家申请专利，在每一个国家都要重复申请和审查。
- 3、研究论文无重点实验室署名的不予统计，国内仅统计中文核心期刊已发表的论文数量，国外仅统计SCI(SSCI)、EI检索收录的论文数量。
- 4、国家级奖项仅指国家最高科学技术奖、国家自然科学奖、国家技术发明奖、国家科学技术进步奖和国际科学技术合作奖5类。
- 5、技术合同是指由重点实验室专职人员为主完成的技术开发、技术转让、技术服务和技术咨询四类活动，技术性收入是指由上述四类活动产生的总金额。
- 6、研究人员培养数量中博士、硕士指研究方向与实验室方向吻合，且在考评期内毕业的学生数量。
- 7、经费投入指依托单位为促进实验室建设的各项投入。
- 8、新技术新产品、成果转化一栏填写2017-2019年总项目数量和金额。

二、重点实验室在考评期内的运行绩效

(一) 发展规划及目标完成

1. 2017-2019年绩效考评期内规划目标完成情况。

1.1 “三年主要工作规划、预期目标与水平”的完成情况

在实验室建设发展的六年期间，实验室一直沿着建设之初设定的三个研究方向开展科学研究，即：临床生物力学测量方法研究、生物力学数值建模与仿真、生物力学临床辅助技术。2019年，实验室总结研究成果，对实验室的研究方向和研究内容进行了梳理和凝练，将实验室的研究方向扩展为四个，即：生物力学测量方法及临床应用、计算生物力学在基础研究与临床实践的应用、生物力学辅助技术开发与临床应用、人体运动功能控制与干预技术研究。

在2017-2019年绩效考评期内，实验室2016-2018年度主要的规划目标和2019年度规划任务的完成情况如下：

(1) 临床生物力学测量方法研究

①规划任务：进一步完善和优化眼组织力学特性测量方法和技术、房水流动测量技术。完成情况如下：

构建高眼压动物模型，研究高眼压持续作用下的眼部软组织力学特性：高眼压是青光眼的重要致病因素。在高眼压持续作用下，眼部软组织的力学特性变化对于研究青光眼的致病机理有重要作用。我们探索了高眼压动物模型的造模方法，构建了较为稳定的高眼压动物模型。基于高眼压大鼠模型或高眼压兔模型，利用原子力显微镜压痕实验，研究了高眼压持续作用下，眼部软组织，如虹膜、小梁网、视乳头、筛板的力学特性改变，研究了小梁细胞、视乳头处的星型胶质细胞等的力学特性和生物学改变。基于慢性高眼压动物模型，研究了视神经轴浆运输随眼压维持时间的变化，探索了轴浆流阻断可能会引起视神经损伤的关键节点。

基于屈光手术动物模型，研究了屈光术后角膜力学特性的时变规律：用角膜屈光手术矫正近视已被广泛接受，术后角膜生物力学性能评估对手术效果评价和手术的个性化设计至关重要。我们围绕屈光术后角膜生物力学特性变化规律进行了一系列研究。通过构建LASIK术后动物模型，对手术前后兔角膜开展在体测量和离体力学测试，研究了大切削量对角膜力学特性的影响和术后角膜力学特性随恢复时间的变化规律。研究表明，切削深度大于角膜厚度50%时，在生理眼压范围内，切削后的角膜力学特性并未变弱，足以支撑正常的眼内压；应力松弛中的极限应力随切削深度

增加而增加。但对于眼压过高或者眼球遇到突然撞击，屈光术后薄的基质床厚度将成为一个风险因素。基于板层切削术的动物模型，研究了屈光术后角膜力学特性在角膜自修复过程中的变化规律。研究表明，术后随恢复时间的延长角膜的生物力学特性会发生变化。屈光术后3个月内角膜力学特性变化处于不稳定期，而3个月到6个月角膜形态维持、力学特性变化都处于稳定的变化状态，我们推测屈光术后兔眼角膜在术后三月内自修复占主导作用。

在体角膜力学性能评估方法研究：在体评估角膜生物力学特性对圆锥角膜的早期诊断、角膜屈光手术的个性化设计，屈光及交联手术的效果评价等具有重要的意义。我们基于临床测试设备（眼反应分析仪ORA和可视化角膜力学分析仪Corvis），研究了设备输出参数的力学意义，提出了一种获得在体角膜力学参数的算法。我们以兔眼为研究对象，研究了角膜经典生物力学参数和角膜临床生物力学参数（ORA输出参数）随年龄的变化规律，分析了角膜临床生物力学参数与经典生物力学参数之间的关联，提升了对ORA输出参数的力学意义的认识。基于Corvis测试数据，自行搭建离体眼球Corvis测试装置，选取兔眼为研究对象，提出了一种根据Corvis测试数据确定角膜的弹性模量的方法，分析了Corvis参数及角膜弹性模量与前房压力的相关性。此方法正在应用于人眼角膜的在体力学性能评估。自行设计搭建角膜在体力学测试装置，将超声应用于压痕实验，消除在体角膜力学测试中眼球的整体移动。通过离体角膜、离体眼球初步验证了实验装置的可行性和所获角膜力学参数的有效性。现正将设备用于在体兔眼角膜力学特性的实验研究。

眼前房房水流场测量技术：研究眼前房流态，进而分析房水循流中的阻力因素，对于研究瞳孔阻滞机制，认识房角闭锁机理，指导临床防治闭角型青光眼有重要意义。我们探索了在体眼内房水流态测量方法。首先，基于人眼解剖结构设计了眼前房模拟器，利用PIV技术开展了房水流态的体外测试，为开展动物眼房水流态实验研究打下良好基础。利用离体兔眼眼球，搭建离体眼球前房流场的PIV测试平台，对荧光粒子的直径、溶液的浓度等测试参数进行探索，为开展眼前房流场的在体测量做了很好的准备。开展了在体兔眼前房流场的测量，研究了角膜外部温度对房水流动状态的影响。

②规划任务：建立人体运动功能的评价系统，测量评估骨科患者治疗前后行走功能，为临床诊断方案的制定提供辅助信息，为治疗效果提供客观评价。完成情况如下：

胫骨平台后倾截骨角度对膝关节置换术后胫股关节运动学参数的影响：全膝关节置换（TKA）术后不满意度接近五分之一，胫骨平台后倾截骨角度可能是引起术

后膝关节运动模式异常的原因之一。我们采用健康膝关节标本，利用力学试验机测试由膝关节角度、固有解剖结构和载荷确定的膝关节被动位置；应用三维运动分析系统记录膝关节Markers的运动来计算股骨内外髁相对于胫骨平台的前后移动及股骨髁相对于胫骨平台的内外旋等运动学参数。研究分析后稳定型全膝关节置换术及胫骨平台后倾截骨角度对术后膝关节运动学参数的影响。结果表明，全膝关节置换术后膝关节运动模式发生明显变化，尤其是股骨外旋和股骨外髁后移减少；6°后倾截骨术后运动模式与术前更为接近，表明6°后倾截骨更有利于膝关节运动学的恢复。

膝骨关节炎患者行走时下肢各环节之间协调性特征：单个关节的运动学不足以识别神经肌肉控制或代表行走期间的协调能力，该研究旨在应用连续相对相位（CRP）比较单侧膝骨关节炎（KOA）患者和健康受试者行走时肢节间的协调模式和协调变异性。从而为临床研究提供一定的依据。通过招募44名计划做单侧TKA手术的重度膝骨关节炎患者和22名健康受试者。应用三维运动捕捉系统采集受试者步态数据。分析结果表明，对于膝骨关节炎患者，站立后期和摆动期大腿带动小腿以及站立前期小腿带动足的趋势减弱；并且站立后期和摆动期的前期小腿带动足的趋势增强并且该趋势时间延长；在摆动期的中后期足带动小腿的趋势减弱并且时间缩短。患者增加了大腿-小腿和小腿-足的协调变异性来适应步态扰动，这反映了患者走路时不稳定的运动控制和步态。因此，KOA极大地影响了KOA患者下肢环节间的协调性。CRP分析可以检测KOA对下肢环节间协调模式和协调变异性的影响，为KOA患者行走能力的评估提供参考。

膝骨关节炎患者足底压力分布特征研究：膝骨关节炎为膝关节疼痛、肿胀、僵硬和功能障碍，严重影响患者的日常生活。我们应用足底压力分布测试系统采集健康受试者与单侧KOA患者术前的足底压力分布参数分析研究了单侧KOA患者和健康成年人足底压力特征的差异。

腰间盘突出受压神经根精准定位的研究：腰椎间盘突出症的发病率高，影像学检查对腰椎间盘突出的诊断准确，但对受压迫神经根的诊断率较低，特别是多发型等一些特殊类型的椎间盘突出。本研究旨在通过分析行走过程中腰椎间盘突出症患者胫骨前肌和腓肠肌外侧头的表面肌电信号特征，建立一个新的受压神经根精准定位诊断的辅助诊断模型，在腰椎间盘突出症患者的精准诊疗中，提供了一个无创、便携、动态评估的新思路。结果表明，不同节段的腰椎间盘突出症造成不同节段的脊神经根受压，导致行走时不同肌群表面肌电信号的异常。本研究建立的表面肌电诊断模型在腰椎间盘突出症患者受压神经根定位诊断上具有较高的准确性。因此，

其可以作为磁共振等常规诊断方法的补充诊断方法，提高受压迫神经根的定位诊断率。

痉挛性脑瘫儿童步态特征研究：痉挛型脑瘫是脑瘫中最常见的类型，下肢痉挛会造成下肢骨骼结构以及步态的异常，从而严重损害患儿的行走能力。我们应用便携式步态分析仪和足底压力分布平板测试系统对痉挛性脑瘫儿童的步态特征进行分析研究，痉挛性脑瘫儿童足底压力分布和运动学特征明显不同于健康儿童。以期为临床诊断提供一定的理论依据和实验基础。

足外翻脑瘫儿童小腿肌群激活规律和步态特征的研究：足外翻是脑瘫患儿最常见的足部畸形，大部分研究者认为脑瘫足外翻是由于内、外翻肌肌力失衡所致，但对于他们的理论没有实验支撑。我们应用表面肌电系统、森波迪运动学测试系统和Footscan1米足底压力测试系统对足外翻脑瘫儿童和正常儿童各8名进行测试。探索了足外翻脑瘫儿童行走过程中肌肉的激活特点，并结合步态的时空参数、运动学参数量化分析其行走的步态特征。脑瘫儿童胫骨前肌（内翻肌）肌力明显低于正常儿童，腓骨长肌（外翻肌）和正常儿童相近，因此，内翻肌肌力较弱可能是导致足外翻的原因。此结果为临床的诊断治疗提供量化参考。

③规划任务：完善临床应用的运动能量测量方法，建立运动能量代谢与疾病之间的关联。完成情况如下：

能量代谢系统性能提升：提高能量代谢舱的时间分辨率，将系统输出的采样周期从1min提高到30s。对系统的初始采样周期为10s的O₂浓度和CO₂浓度数据进行滤波处理并计算V(O₂)和V(CO₂)，得到的结果再根据气压、温度、湿度等参数进行校正，然后将每3个10s的测量数据合成得到30s的系统输出结果。采用酒精燃烧实验计算出时间分辨率为30s的系统的准确率。能量代谢舱分辨率提高为研究短期内的能量代谢提供了技术手段。将能量代谢结果与睡眠分期实现同步，为今后深入研究睡眠代谢奠定了基础。在多导睡眠监测系统中，记录下受试者关灯和开灯时间。在能量代谢测量系统中，根据关灯和开灯时间，将受试者代谢数据从关灯时间分别向前、向后计算，实现30s的采样周期，实现同步睡眠分期的代谢测量进而判断出不同帧不同睡眠期的能量代谢情况，为研究不同BMI人群的睡眠能量代谢模式打下了基础。

咖啡对能量代谢及心率变异性的研究：该研究旨在获得咖啡因对能量代谢的影响规律；咖啡因对心率及心率变异性的影响规律，明确咖啡对心脏自主神经活性的作用；探索出咖啡因对能量代谢、心率及心率变异性主要影响因素。研究结果表明，饮用咖啡因前后比较，能量代谢率和标化高频喝咖啡因后比喝咖啡因前显著增加；心率、标化低频与低频和高频比值显著减少。对于无咖啡因摄入习惯的青年群体

，在静坐条件下，摄入中等剂量咖啡因：可以提高能量代谢率；可引起心率变异性的改变和心率的降低，提高副交感神经活性，改变自主神经平衡性。

不同BMI人群的睡眠特点研究：为预防或改善肥胖人群的睡眠问题提供科学依据，我们分析了不同BMI人群（正常、超重、肥胖三个组）在睡眠结构、脑电、心电、呼吸、血氧、睡眠脂代谢率、睡眠能量代谢率和睡眠身体活动等的特点，总结了BMI对睡眠的影响规律。此研究分析各睡眠期中能量代谢的特点，为预防或改善肥胖人群的睡眠问题提供科学依据。

呼吸暂停综合征患者睡眠规律和脑电特征的研究：研究正常人和患有睡眠呼吸暂停综合征（OSAHS）病人睡眠规律和不同睡眠期的脑电特征差异，可以了解睡眠呼吸暂停综合征病人的睡眠特点，对睡眠呼吸暂停综合征的提前发现与预防有重大意义。本研究通过14名健康人以及18名OSAHS患者的脑电数据，提取了他们的时域、频域和非线性参数的部分特征，研究了正常人和呼吸暂停综合征病人的睡眠特点，比较了正常人和呼吸暂停综合征病人在不同睡眠期的不同位置的脑电特征差异。结果显示，健康人和OSAHS患者的脑电在时域上的某些特征有明显的统计学差异；健康人与OSAHS患者不同频段的功率谱密度比较中， δ 、 θ 、 α 、 β 和睡眠纺锤波段具有明显的统计学差异， δ/α 的比值健康人低于OSAHS患者，说明OSAHS患者的脑电减慢，另一方面脑电减慢与认知损伤和驾驶疲劳有关；健康人和OSAHS患者的样本熵与近似熵比较中，健康人明显低于OSAHS患者，这与OSAHS患者夜间睡眠清醒与睡眠特点相关。

④规划任务：基于上气道体外模型，研究睡眠状态下上气道内呼吸气流流场测量技术。完成情况如下：

头颈部上气道周边组织的形态与OSA的关联：借助磁共振成像技术，对18名男性OSA患者、20名男性健康受试者、20名女性健康受试者头颈部的肌肉、骨骼、腺体、脂肪等19个主要组织结构进行了三维重建，并从一维的尺度，二维的面积、夹角，三维的体积等多个维度探讨这些组织的形态与OSA的关系。结果显示，口咽部气道长度增加、上气道最窄截面积变窄、舌体体积增大、舌体长短轴之比增大、气道周围脂肪体积增加、颈后脂肪堆积、悬雍垂体积增大、第二颈椎顶端与硬腭平面相对距离变大、舌骨下移等都与OSA的发生相关。本研究定性和定量地阐明了随着体重的增加OSA患者气道变长，进而影响气道塌陷性的机制。数据显示患者的上气道长度与体重密切相关。增厚的颈后软组织导致的头部后仰、增大的舌体导致的舌骨下移，都会使OSA患者上气道的长度变长，从而使OSA患者的上气道更容易塌陷。OSA患者气道长度的增加，大约有22%–36%是头部后仰角变大的贡献，64%–78%是舌骨下移的贡献

。确定人体上气道内的空气流动性质，对于阻塞性睡眠呼吸暂停、颗粒沉积、药物输送等生物医学问题的研究具有重要意义，然而在几何结构复杂的体外模型中直接对流动的空气进行示踪是一个巨大的挑战。我们用3D打印与数控加工的方法，制作健康人与阻塞性睡眠呼吸暂停（OSA）患者上气道单侧透明模型，使用烟线在绿激光背景中显示相应于咽腔中矢状面上的空气流动，并用高速相机捕捉流线，观察和确定气道中的流动状态。根据真实的流场显示结果，确定空气气流在不同结构的上气道中的流动特性，并据此选择正确的流动模型，用数值模拟的方法预测在与实验相同的结构和条件下气道中流场与压强分布。通过将数值模拟结果与高速相机拍摄的流场的直接对比，确定所应用的流动模型的正确性与数值模拟结果的准确性。利用此方法首次实现了在基于真实解剖结构构建的上气道体外模型中对空气流动的直接可视化显示，确定了健康人及阻塞性睡眠呼吸暂停患者上气道内的气流流动特性。该研究获得的重要发现，为探索OSA发生机制，以及用数值模拟方法研究OSA以及其它与气道内流动相关问题时流动模型的正确选择提供了最直接、可靠的实验依据。

⑤规划任务：缺氧对血流动力学参数影响的测量系统研究。完成情况如下：

阻塞性睡眠呼吸暂停与高血压等心血管系统严重疾病存在着重要关联。研究表明OSA是高血压的独立风险因素。目前相关研究多着重于解释OSA引发高血压的病理现象，缺乏OSA所致的间歇性缺氧引发高血压的解释。我们提出了一个联系血流动力学参量与血氧变化之间关系的新假设，希望通过确定间歇性缺氧与血流动力学参数变化之间的关系，来揭示OSA导致高血压产生的生物力学机制。我们提出并设计了一种通过受试者在清醒状态下循环屏息-呼吸，模拟夜间气道阻塞造成的间歇性缺氧现象的实验方法，建立起一套在循环缺氧状态下同时监测多个血流动力学参数的测量系统，对健康受试者、阻塞性睡眠呼吸暂停患者、高血压患者的血氧及多个血流动力学参数的变化进行测量并建立它们之间的定量关系。现有实验结果建议，短暂反复的肌体缺氧状态能够引起心血管系统的应激响应，响应和恢复的具体情况与缺氧的时间和严重程度相关。目前大量测量数据仍在处理分析中。

⑥规划任务：研究和开发保障医学影像的图像质量的新技术、利用影像信息建立针对特定医学诊疗应用的数学物理模型，研究诊疗所需的新方法、新技术。完成情况如下：

肿瘤微血管成像与空间分布密度分析研究：准确量化肿瘤血管生成有助于揭示肿瘤干细胞与血管生成调控之间的关系，从而有可能改善癌症的诊断、治疗和评估

。传统的肿瘤血管评价金标准为微血管密度检测，此方法基于组织学切片，操作方法繁琐费时，且只能反映肿瘤某一层面血管的二维信息。因此，我们提出了一种改进的肿瘤血管生成量化方法。我采用相称成像方法，建立了肿瘤微血管网络的三维模型，应用三维微血管密度参数来评估肿瘤血管生成，并在动物肿瘤模型中进行测试。本研究提出的三维微血管密度（3D MVD）参数与动物模型中肿瘤微血管的病理变化呈正相关。通过建立的四种典型的微血管三维模型，对现有的三种MVD方法进行测试，证明了所提方法的更稳定和有效性。

骨科手术导航研究：骨科手术随着各种辅助手段的提升逐渐趋向于微创化、精细化和智能化，而精准的手术引导技术成为必不可少的关键环节。我们针对足踝腓骨旋转不良的临床问题，利用术中2D投影图像与术前的CT体数据进行配准，监控腓骨的实际旋转情况，可为临床提供较传统目测X射线投影更为精准的评估方法。所使用的2D-3D配准方法可为临床腓骨复位提供精度更高的监控工具，我们提出的方法借助术前CT和术中实时X射线图像不仅可达到准确评估的目的，实现术中动态评估，还可降低术中的X射线照射次数，因而降低辐射剂量。此方法亦可用于膝关节置换等其它骨科手术场景。

多器械光学定位算法研究：手术机器人存在定位精准度不足、多定位器械同时追踪困难等问题。因此，研究面向医疗机器人的高精度多器械定位技术，不但可以进行手术器械的定位、还可对多空间下的数据配准提供技术支持，具有重要研究意义。我们提出了多手术器械准确识别算法和多手术器械跟踪算法，实现多手术器械准确识别与多手术器械实时跟踪。为了验证所提跟踪算法的有效性和实时性，我们用十个模拟手术器械进行了两组实时跟踪实验，实验结果显示，基于本研究所提多手术器械识别和跟踪算法，可正确识别和实时跟踪多个手术器械，满足了实际手术中需要使用多个手术器械的需求，所提算法有较高的精度，可满足手术导航系统的精度需求。

CT图像金属伪影抑制方法及质量评估方法研究：CT图像的金属伪影严重干扰图像的临床诊断价值。目前已有的抑制方法欠佳，且矫正方法需要原始的双能或单能投影数据获取困难。我们采用基于先验图像的方法，通过对原始图像进行组织分类，构建先验图像，通过模拟投影对金属轨迹进行修正，因而获得较好的金属伪影抑制。同时由于采用了基于投影系数矩阵的广义逆CT重建迭代算法，提高了图像重建质量和重建速度。本方法可以用于医院现有的CT数据的处理。CT图像的质量决定了其临床的应用价值。如何判定不同技术条件下产生的医学图像的质量水平是一个重要的问题。基于单层图像上的图像质量评估效果受层的选择的影响明显。我们提出

了采用基于多层连续图层的图像质量评估方法，此方法较单层有更好的稳定性。通过仿真与真实数据的测试，证明了多层模型观察者相较于单层模型观察者有更好的低对比度检测性能。

肝肿瘤热消融治疗穿刺路径规划方法研究：CT引导射频消融术的难点在于路径规划和穿刺引导，目前缺乏有效的计算机辅助治疗手段。本研究基于改进的立方体映射算法，在患者CT图像的包围盒表面二值化分类，得到满足临床强约束条件的可行穿刺（进针）区域；再针对不同的临床弱约束条件，分别生成对应的弱约束条件灰度约束图，并由加权乘积的方式加以整合，最终于可行穿刺区域内择优规划出几条最佳穿刺路径以供医师选择。结果显示，在与两位经验丰富的临床医生的讨论中，自动穿刺路径规划算法生成的规划路径中超过78%的规划路径被认作是有效的，超过39%的规划路径效果被认为优于医师手工规划的穿刺路径，且算法的规划效率高于医师手工规划。

基于深度学习的肺影像辅助诊断方法研究：开展了基于支持向量机的肺CT影像中磨玻璃结节的提取和识别和基于卷积神经网络对早期肺腺癌的浸润、未浸润类型判别。本研究集中于小于1cm磨玻璃结节的识别和提取以及早期肺腺癌的类型判别以实现肺疾病的计算机辅助诊断。使用的基本模型为基于支持向量机的线性模型以及基于卷积神经网络的分类模型。利用这两种方法分别实现了小于1cm磨玻璃结节的识别和提取以及早期肺腺癌的类型判别，其准确率有了一定的提升，未来可沿着之前的研究脉络继续深层的研究。对于早期肺腺癌的浸润与未浸润的类型判别，本研究中采集了一些与肺腺癌类型相关的临床特征指数，如直径、血管变化、CT值等。对模型判别结果有一定的提升，但由于临床特征指数过少以及卷积神经网络所提取的特征参数过多，在卷积神经网络中，可能会导致临床特征指数的加入实际上对模型判别结果提升并不明显。为了解决这一问题，接下来的研究中，可将卷积神经网络所提取的特征降维，再加入临床特征指数，选择合适的分类器构造判别模型，进一步提升判别结果。

⑦规划任务：体内长期使用的压力测量与监控系统研究。完成情况如下：

脊髓神经损伤导致的尿不控是严重影响患者生活质量甚至生存效果的严重问题，研发可一次性手术植入，体外给能的长效尿控刺激系统具有重大价值。基于前期开发的智能膀胱刺激器的基础上，提出了一种适用于植入式的无线供电方案，有效地解决了植入式装置无线供电距离远、尺寸小等难题。更改压力监测器的植入方式；更改神经刺激器的无线通信方式，改进了刺激脉冲的发生电路，使对刺激器的控制更加简便；更改现有的开关式刺激脉冲产生电路以扩大输出脉冲的参数范围；更

换供电电源芯片提高电路的驱动能力。动物实验结果表明，改进后的神经刺激器体积更小，可带动负载更大，可以和压力监测器一起同体外控制器进行通讯方式上的整合。

(2) 生物力学数值建模与仿真

①规划任务：眼功能保持与维护相关的组织结构生物力学建模与仿真研究。完成情况如下：

基于眼前房流固耦合模型的瞳孔阻滞力研究：瞳孔阻滞是闭角型青光眼发病的主要影响因素。研究瞳孔阻滞机制，探寻病理性的瞳孔阻滞力临界值，以及瞳孔直径和虹膜晶体间距对瞳孔阻滞力的影响，对于理解闭角型青光眼的发病机制具有重要意义。我们根据真实人眼解剖结构构建眼前房的流固耦合模型，结合流体力学理论定义并给出了瞳孔阻滞力计算公式，研究了瞳孔直径和虹膜晶体间距与瞳孔阻滞力的关系，给出了不同瞳孔阻滞力下的虹膜膨隆程度、前房深度以及房角的变化。

小梁网房水通道阻力的数值模拟研究：研究房水外流通道阻力分布对于揭示眼压持续升高的机理，探索高眼压处置手段具有重要意义。通过建立房水外流通道多孔介质有限元模型，对模型进行流体动力学分析，获得了小梁网模型在正常眼压和高眼压下邻管组织（JCT）的渗透率范围；对模型进行双向流固耦合分析，给出了小梁网（TM）、JCT、Schlemm管处的压差以及速度与JCT渗透率的关系。基于双光子共聚焦成像技术建立了包含小梁网通道细观结构的流固耦合模型，研究了眼压、杨氏模量、房水粘度对流出阻力的影响；获得了小梁网以及Schlemm管处的变形以及小梁网通道的壁面剪切力分布特点；研究了小梁网力学特性对正常眼压和病理性眼压条件下小梁网变形的影响。

屈光手术个性化设计的数值模拟研究：角膜屈光手术越来越得到近视眼患者的广泛认可，屈光手术的个性化设计已成为一个重要的研究方向。我们利用有限元方法建立了眼角膜的力学模型，研究了飞秒激光小切口角膜基质透镜取出术（SMILE）中角膜基质透镜的基底厚度对术后角膜的形态的影响，给出了基底厚度与角膜屈光力的关系，以及角膜透镜基底厚度与剩余角膜基质层的应力分布；研究了角膜帽的厚度对术后角膜形态的影响，给出了角膜帽的厚度与角膜屈光力的关系。

高眼压下猫眼筛板及视乳头的有限元分析：青光眼患者会出现筛板组织变形，压迫筛板里面的视神经，引起了视神经的损伤或轴浆运输阻断。因此力学因素在筛板变形及视神经轴浆运输的改变中起着重要作用，研究高眼压对轴浆运输影响的力学机制尤为重要。我们利用正常猫眼眼底的激光共聚焦成像，对视乳头进行三维重建，用有限元方法分析筛板和视神经在高眼压作用下的受力和变形。结果显示，筛

板和视神经的应变应力随眼压升高而增大，其中视神经比筛板的总形变更大。随眼压升高，筛板的厚度也逐渐降低，筛板被压缩，筛板的形变会挤压视神经。

②规划任务：继续完善人体活动能量消耗生物力学模型，分析运动能量代谢与疾病之间的关联。完成情况如下：

中国孕妇孕期静息能量消耗新模型的研究：通过测量120名不同孕期孕妇的静息能量消耗，建立了中国孕妇静息能量消耗预测方程，新模型的一致性界限在临床可接受范围内，并且有很好的的一致性，这为中国孕妇在孕期的能量摄入，体重控制及营养配置提供科学依据和简便计算方法。

日常活动力学模型建立：根据机械功与能量消耗的关系，提出一种通过运动机械功测算和机械效率测定去预测能量消耗的方法。研究纳入32名健康男性受试者，其中20名用来建模，另外12名用来验证。基于人体便携式传感器测量的日常活动建模及能效分析，对坐到站、躺到坐、弯腰、下蹲、翘腿和行走六种日常活动，分别使用三种生物力学模型和角动力学方法，通过关节功率法或四肢动势能增量法求出相应机械功。使用能量代谢测试舱去测量运动能量消耗，结合机械功的计算测定机械效率，进行运动能量消耗的预测。本研究结合便携式仪器和生物力学模型的方法可以预测日常多种活动的能量消耗，为日常活动水平的监测提供了方法学基础。

③规划任务：建立骨伤骨病诊治方案设计和治疗效果评估的生物力学模型，并推进其在临床实践中的应用。完成情况如下：

肥胖儿童膝外翻有限元分析：基于肥胖儿童的医学图像进行膝关节的有限元三维重建，分析肥胖儿童在静止、慢走、走和跑的条件下左膝关节胫骨平台的应力分布规律，对于探究体重对肥胖儿童膝关节发育的影响有着很重要的现实意义。我们利用膝关节CT图像，建立较为完整的儿童膝关节有限元模型，并进行分析。通过与人体刚体模型计算得到的站立位、慢走、正常走三个运动状态过程中，在地面反作用力第一峰值时，膝关节合力的大小，分析有限元计算结果的合理性。研究结果显示，有限元模型计算结果较为合理，并且应力集中分布明显内侧高于外侧，建议轻度膝外翻肥胖儿童及时就医矫正。

全膝关节置换前后膝关节有限元分析模型的建立与验证：膝关节置换术后聚乙烯衬垫上的受力情况难以进行在体研究，我们开发了一种经过体外实验验证的、能够评估不同截骨角度下术前、术后股胫关节接触力的膝关节三维有限元模型，以便从生物力学的角度探究不同截骨角度下膝关节内部生物力学环境的差异，为今后有限元应用于临床患者，改良优化手术方案奠定基础。利用健康标本术前的CT图像，构建膝关节三维模型，并进行分析。将计算结果与实验测得的结果进行对比，不断

调整有限元模型的边界条件，建立较为合理的有限元分析模型。研究结合体外力学实验，验证了有限元模型的有效性。

膝骨关节炎患者行走步态周期中下肢肌骨模型的建立与验证：准确测量分析人体膝关节内部的受力，有利于膝骨关节炎患者的临床手术治疗和康复。直接通过实验测量封闭的膝关节内部受力情况不易实现，我们利用两名健康男性和两名单侧膝骨关节炎患者，用三维动作捕捉系统采集受试者静态站立和步态信息，用三维力平台测出受试者支撑相的地面反作用力。建立了符合受试者身体和生理特征的肌骨模型，计算膝骨关节炎患者步态周期支撑相胫股关节的关节反力；得到较为可靠的载荷和边界条件，从而能够应用于膝关节有限元模型计算；观察膝骨关节炎患者是否出现不同形式的肌肉响应并验证肌骨模型计算结果。结果显示，模拟计算结果与实验拟合度较高，初步验证了下肢肌骨模型的可行性和准确性。

④规划任务：深入进行呼吸系统生理功能建模，研究不同因子对睡眠呼吸功能的影响、缺氧对血流动力学参数影响。完成情况如下：

基于医学影像与有限元模型的颈部皮肤在体弹性模量的测量：颈部皮肤的弹性性质在调控上气道截面的形态改变方面扮演关键的角色，然而，测量生物体的在体弹性参数始终是一个巨大的挑战。建立测量在体皮肤弹性模量的有效方法，对于研究肥胖人，以及有心力衰竭、肾功衰竭等伴有水肿现象的群体易患OSA的机理，预测患病的风险以及寻求有效的解决或控制之道具有重要意义。我们提出并建立了将磁共振成像与有限元模拟相结合反推出颈部皮肤的在体弹性模量的方法。利用此方法，获得了健康受试者颈部皮肤杨氏模量的分布范围。揭示了个体皮肤弹性性能间存在的差异，以及皮肤弹性对气道几何形态的重要调控作用，合理地解释了为何当头颈部软组织体积增加时，有些人主要反映在气道截面尺度的减小，而有些人则主要反映为颈围的增大。该研究获得的颈部皮肤在体弹性模量值也为建立复杂的上气道高仿真三维有限元模型提供了一个关键和可靠的力学参数。

扁桃体切除后伤口缝合方式对咽腔结构影响的数值模拟研究：腭咽是OSA患者中最为常见的阻塞部位，保留悬雍垂腭咽成形术（H-UPPP）中需要切除扁桃体，扩大咽腔，改善气道通气性能。手术后切口缝合时会引起组织中应力重新分布，从而直接影响术后咽腔壁的几何形态和手术效果。我们利用有限元分析模型探究扁桃体窝不同缝合方式对咽腔结构的影响。基于OSA患者头颈部磁共振图像，构建具有真实解剖结构的气道及周边组织的三维有限元模型。通过收缩扁桃体组织体积和限定其组织表面位移来模拟扁桃体切除手术及三种缝合方式，进行数值模拟，通过观察气道最小横截面面积和咽腔空间的变化等探讨不同缝合方式对咽腔尺度的影响。研究

结果为保留悬雍垂腭咽成形术术式操作的选择提供理论参考。该研究建立的方法可用于针对不同患者的个性化模拟，对于该研究所涉的患者上气道解剖结构类型，模型显示前拉缝合对改善患者咽腔最狭窄部位结构更为有利。

下鼻甲手术优化设计方法的数值模拟研究：下鼻甲肥大引起的鼻塞严重影响人的生活质量。下鼻甲切除手术是治疗方案之一。个性化手术方案的设计方法的缺乏致使手术实施中常常会导致过度切除或切除不足，严重影响手术效果。我们提出一种可用来确定下鼻甲组织切除数量与形状的优化方法，以达到手术中尽可能少的切除组织，同时却可获得尽可能大的通气功能改善的效果。我们基于医学影像构建下鼻甲肥大患者双侧鼻腔的计算流体力学模型，模拟鼻腔中气流流动，以双侧鼻腔阻力的匹配作为判据，利用同伦变换的方法确定下鼻甲各部位组织切除的形状和数量。通过与传统手术方案的对比，分析不同的鼻甲手术切割方式对通气功能的影响。

⑤规划任务：心血管系统等生理系统仿真与建模，进行疾病的预测与评估。完成情况如下：

动脉瘤不同生长阶段的支架植入风险评估计算方法：颅内动脉瘤的早期诊断和干预治疗至关重要。我们基于颅内动脉瘤样本，根据病人不同的母血管特征，配置对应的Silk支架，给出了一种基于病人个体特征的动脉瘤不同生长阶段的支架植入风险评估计算方法，对不同生长阶段颅内动脉瘤植入支架前后血流动力学仿真分析。进而有效地诊断分析不同生长阶段动脉瘤介入治疗效果，计算支架植入的最佳配置时间点，达到改善介入治疗的手术质量，提高介入治疗手术效果的目的。研究结果表明，植入支架后，流入动脉瘤内的血流明显受到限制，瘤颈处血液流速显著降低；壁面剪切力减小，动脉瘤内的血流模式由复杂变简单，瘤囊内的涡流减少。对于不同生长阶段的动脉瘤，支架植入前后的血流动力学仿真分析结果显示，在动脉瘤不同的生长阶段，Silk支架均起到了稳定血流，促进后续血栓生成的作用。当 $AR < 1.3$ 时，动脉瘤的破裂风险较低，单个Silk支架就能达到较理想的治疗效果，促进血栓的形成。当 $AR > 1.3$ 时，动脉瘤的破裂风险较高，须及时进行治疗。

(3) 生物力学临床辅助技术

规划任务：老年人辅助器具与危险防护预警等相关技术产品研发；残障人功能康复辅助技术与产品研发；大众健康保健技术与器材研发。完成情况如下：

膝关节置换后康复远程监测系统的应用研究：全膝关节置换术（TKA）后的居家康复训练非常重要，但是目前缺乏对患者居家康复训练的监控和指导手段。我们设计了一套远程监测指导TKA病人在家进行屈膝和行走训练的系统，能够实现辅助、指导病人的康复训练，并且为居家康复训练提供低成本、有效的监测手段。系统能够

获取康复数据并通过病人手机端App传输到云端，医生能通过医生手机端App从云端读取病人的康复数据。健康受试者组和TKA患者组屈膝次数的计算准确率均为100%，步数的计算误差分别为 $1.6 \pm 1.3\%$ 和 $3.0 \pm 2.2\%$ ，距离误差分别为 $5.3 \pm 2.9\%$ 和 $6.5 \pm 4.9\%$ 。本研究完成了远程监测系统的软硬件设计，实现了TKA术后屈膝和行走训练的准确识别，为术后居家康复训练的远程监控和指导提供了有效方法。

基于心率变异性的脑力疲劳检测研究：采用睡眠剥夺30h的方式诱导脑力疲劳，同时考虑心率变异性（HRV）的昼夜节律性，综合多种指标对睡眠剥夺诱发的脑力疲劳状态进行研究。从睡眠剥夺诱发脑力疲劳过程的变化趋势结果来看，HRV受昼夜节律影响表现出了与主观疲劳感觉及开始注意力网络任务（ANT）结果不同的变化趋势，说明HRV虽然受脑力疲劳影响但仍保持着一定的昼夜节律性。通过研究睡眠剥夺24h对比0h，30h对比6h的指标变化可以看出，经短时睡眠剥夺（ $<24h$ ）后，昼夜节律稳定的人群进入脑力疲劳状态时，人体的应激能力下降，注意力和反应能力下降，副交感神经活性显著增强。在考虑昼夜节律的情况下，HR、SDNN、PNN50、RMSSD与HF均有望作为评测脑力疲劳的客观指标。而对于长时睡眠剥夺（ $>24h$ ）引起的脑力疲劳状态，可考虑结合EEG、脑部血氧等多维指标进行综合评定，对昼夜节律紊乱的人群，其脑力疲劳检测可能需要考虑更多因素。

基于激光多普勒测振技术的传导性听力缺失检测和鼓膜振动特征研究：搭建和完善鼓膜振动测试系统，采用纯音和扫频音作为刺激声，测量健听人和传导性听力损失患者的鼓膜振动特征，以及利用新鲜尸头模拟中耳积液病理状态，研究积液体积与黏稠度对鼓膜振动特征的影响。研究结果显示，扫频音刺激得到的结果与纯音刺激得到结果相近，但扫频音刺激所得结果的频率信息更加丰富；3000 Hz以下，听骨链中断的鼓膜脐部速度传递函数模值较正常值偏高，3000 Hz以上则反之；积液体积增大导致鼓膜脐部速度传递函数模值全频段降低；积液黏稠度对脐部速度传递函数模值可能存在非线性的影响。利用激光多普勒测振技术检测传导性听力缺失患者的鼓膜振动信号，通过对信号的分析，区分正常耳与病理状态下鼓膜的振动特性差异，为确定病理情况和病变位置提供辅助诊断信息。

（4）人体运动功能控制与干预技术研究

本研究方向是2019年增设的新研究方向，主要开展的癫痫发作的脑电信号提取与识别方法；功能电刺激装置研发；肌肉神经控制系统的功能成像与信息提取方法；听力检测与康复训练技术研究与应用等。完成的研究工作如下：

帕金森步态冻结与神经康复研究：帕金森病（PD）是一种累及中枢神经系统的退行性疾病，冻结步态是帕金森病常见的病理性步态之一。我们与北京康复医院合

作，收集27例健康对照组，35例帕金森步态冻结患者，25例帕金森患者经颅电刺激的靶向治疗患者。在核磁室内，对受试者进行任务态实验，记录核磁数据。分析结果显示，在踏步任务下，正常人群的脑区活动基本呈现出皮质—基底节—丘脑—皮质的环路，但是帕金森患者的环路遭到损伤，主要表现为基底节或者丘脑部分的功能缺失。经过经颅电刺激治疗后恢复部分功能，但是在组分析分结果中并未发现关于基底节与丘脑的脑区激活，可能跟治疗时间偏短有关。功能连接的结果显示，无论在任务态还是静息态下，帕金森患者与小脑相关的功能连接要强于正常对照组，说明小脑区域存在一种步态相关的代偿机制。经过治疗后，组间功能连接差异消失，经颅电刺激治疗能有效的改善帕金森患者步态相关的脑功能状态。此工作为PD患者治疗和康复提供重要数据支持。

基于CCEP定位癫痫致痫区的特征提取和图论分析：本研究结合难治性癫痫患者皮质电脑刺激诱发的皮质-皮质间诱发电位（Cortico-cortical evoked potential，CCEP）和图论法分析患者脑网络连接性，以期为临床CCEP信号批处理和癫痫灶定位提供帮助。结果显示，癫痫患者CCEP信号反映脑网络连接方向和连接强度分布不对称，脑网络主要由近距离连接构成；图论参数入度和局部网络效率与致痫区分布具有较高一致性，具有用于辅助临床癫痫定灶的潜力。

基于深度学习自动检测癫痫患者高频振荡研究：癫痫是最常见的慢性神经疾病之一。高频振荡（HFOs）已经成为癫痫发生的生物标记物。我们提出将深度学习应用到HFOs的自动检测，期望为临床检测HFOs提供技术支持。收集2016年3月-2017年5月在某医院行“致痫灶切除术”的难治性癫痫患者，共19例，采样率4096Hz。选择每位患者各5min慢波睡眠期数据，去除噪声和伪影。提出构建SVM和CNN自动检测ripples和Frs的方法，获得了较好的灵敏度与特异性，对HFOs检测器对致痫灶的定位是有价值的。

多形态学参数识别轻度认知障碍患者：轻度认知功能障碍被认为是介于正常脑老化与AD之间的过渡状态。当脑的异常变化发展到AD阶段时，临床的干预治疗效果往往较差，因此研究重点逐渐转移到AD的前期状态，即MCI，有效的识别MCI患者，进而给予临床干预治疗有助于推迟疾病的进程。本研究提出了一种基于随机森林结合多种形态学参数方法识别MCI患者。研究对象共有216名MCI患者和正常对照，其中111名（ADNI数据库）用于模型训练，46名（ADNI数据库）和59名受试者分别作为外部验证集。结果显示，基于不同形态学分析方法提取的多个指标可以提供MCI和正常对照组之间大脑差异的互补信息，更全面的解释大脑的变化。结合多种形态学指标结合在一起，可构建一个有效的、可靠的MCI识别模型，这可能有助于临床MCI的识

别诊断。

孕有唇腭裂胎儿孕妇脑功能研究：应用结构及静息态功能MRI技术，分析与正常孕妇相比，孕有CLP胎儿孕妇脑结构及脑功能是否存在特异性改变。分析孕有CLP胎儿孕妇相比正常孕妇的脑结构及功能改变，为早期发现合并脑异常的CLP胎儿提供线索，为控制合并脑异常CLP胎儿出生提供更为精准的生物学参考指标。研究结果显示，孕有唇腭裂胎儿孕妇脑结构与正常孕妇存在差异，如：CLP孕妇左侧颞上回、左侧楔前叶灰质体积增加，左侧楔前叶皮层厚度增加，左侧中央后回分形维度增加，中央后回为口唇感觉相关区域，推测此区域出现结构改变可能是唇腭裂人群语言功能障碍的中枢神经系统结构基础。孕有唇腭裂胎儿孕妇脑功能网络与正常孕妇存在差异，CLP组孕妇脑的整体信息传递效率增加，CLP孕妇存在多种形式功能连接改变，且有广泛的脑功能连接改变及功能脑网络拓扑指标改变。

本实验室通过第二轮三年建设，截止到2019年底，实验室成员获得国家级科研项目9项，省部级及北京市教委科技项目8项，高级职称人均0.65项；发表SCI/EI论文46篇；国内核心期刊论文26篇；累计获得发明专利和软件著作权7项，其中4项发明专利获得授权，申请了3项发明专利，获得3个软件著作权。基本完成了规划设定目标。

1.2 “实验室研发投入计划”的完成情况

本实验室在第二个三年建设期间，截止到2019年底，实验室共获得各类实验室运行经费支持209万元，学校对重点实验室各PI团队用于平台建设的经费支持为2011万元；实验室成员获得的省部级以上项目和北京市教委科技计划项目的总经费共计515万元。按计划完成。

1.3 “科研条件和配套设施改善计划”的完成情况

在2017-2019三年建设期间，实验室建设了高性能计算系统、脑认知功能和神经系统疾病相关数据采集分析平台、细胞力学生物学实验平台和三维定位于手术导航平台，为已有的实验测试平台补充和更新了仪器设备。

目前，实验室搬迁至新的科研大楼，实验室面积达到了预定2500平米。

1.4 “队伍建设及人才培养计划”的完成情况

完成了预定的队伍建设及人才培养计划，具体情况如下：

本实验室现有人员37人，其中，教授10人、副教授16人，36人有博士学位，13人具有博士后研究经历。截止到2019年底，博士生在读19人，硕士生在读51人。

从2017年至2019年，实验室有3位教师晋升为教授，4位青年教师晋升为副教授；3位教师获得博士生导师资格，7位教师获得硕士生导师资格并顺利招收学生。2

位教师到国外访学回国，2名研究生去美国联合培养或交流。博士后出站1人；有13位研究生获得博士学位，有40位研究生获得硕士学位。有6名研究生获得国家奖学金。

实验室的三年建设期间，青年教师在科研能力、项目获取能力等各个方面都得到较大提升，研究生招生规模稳中有升，培养质量逐步提高，人才培养规划圆满完成。

2. 未来三年发展规划

2.1 研究内容、预期目标和水平

在未来的三年，实验室在四个研究方向将实现的目标如下：

(1) 生物力学测量方法研究及临床应用：完善眼球软组织力学特性测量方法和房水流场测量技术；形成不同胫骨平台后倾角截骨的膝关节置换后的膝关节运动学参数的系统测量方法；建立利用可塌陷上气道体外模型，模拟和测量OSA患者经常发生的流动受限现象的方法；探索在清醒状态下激发和识别OSA患者特异信号的方法，从而建立通过日间心电信号分析甄别OSA患者的方法和技术；建立基于影像学CFD的颅内动脉瘤血流动力学仿真方法；人工智能下的疾病早期筛查和早期诊断影像方法的研发、3D可视化及手术智能定位与导航、以及成像新技术开发和图像质量提高与质量评估方法的研究。

(2) 计算生物力学在基础研究与临床实践的应用：完成高眼压作用下筛板和视神经变形分析；完成圆锥角膜风险指标筛选的数值模拟研究；房水流动阻力的数值模拟研究；角膜屈光度与角膜力学特性关系的分析；完成膝关节置换后前后一个步态周期关节接触力分析的动态有限元模型；利用头颈部三维高仿真数值模型，模拟和分析脂肪沉积量增加以及区域分布差异对上气道塌陷和阻塞的影响，探索肥胖能够导致或加重OSA的机制。

(3) 生物力学辅助技术开发与临床应用：建立人体步态的远程识别、监测和传输系统；研究一种颅内动脉瘤生长破裂风险评估预警方法；防止老年性骨质疏松性脊柱和髋关节损伤的助行器开发。

(4) 人体运动功能控制与干预技术研究：建立可操作性好的癫痫发作的脑电信号提取与识别方法；进一步完善可体外给能的膀胱尿控电刺激装置；肌肉神经控制系统的功能成像与信息提取方法研究；听力检测与康复训练技术研究与应用。

经过三年的建设，学术水平将达到的具体指标如下：

(1) 实验成员高级职称人均承担省部级以上项目达到1项；

(2) 实验室3年SCI/EI收录文章40篇，着重提高论文发表质量；团队累计专利和软件著作权超过10项，着重提高发明专利数量；

(3) 举办学术会议3-6次。

2.2 实验室研发投入计划

预算总投入1000万元，其中包括科研平台搭建和研究条件改善400万元；获取科研项目经费800万元；横向合作经费100万元。

2.3 研究条件和配套设施改善

保持目前的实验室2500平米面积，各实验平台的仪器设备得到补充和更新。

2.4 队伍建设与人才培养

进一步充实实验室研究队伍，人才引进与内部培养相结合，着重内部培养，进一步提升研究实力，激励产出。通过推动学院研究生生源建设并有效地利用学校的调剂政策，稳步提升研究生招生质量，通过加强导师的培训和加强研究生的管理来进一步提升研究生的培养质量。

(二) 研究水平与贡献

1. 定位与研究方向情况

实验室定位于临床生物力学的应用基础研究，在实验室建设发展的六年中，我们注意到人体系统、器官或组织运动是由脑、神经、肌肉共同工作来完成的，任何环节出现问题都将导致控制失败或紊乱。因此，我们在癫痫发作的脑电信号提取与识别方法、可体外给能的膀胱尿控电刺激装置、肌肉神经控制系统的功能成像与信息提取方法、听力检测与康复训练技术研究与应用等方面开展了系列研究，并取得了一定的成果。我们对实验室的研究方向和研究内容进行了梳理和再凝练，具体内容如下：

(1) 生物力学测量方法研究及临床应用：本研究方向定位于为基础研究和临床应用开发新的测量方法；把现有的成熟的生物力学测量方法应用与临床实际。具体研究内容包括：生物软组织力学特性的测量方法与测试技术开发及应用；生物流体流变特性及流动特性测量方法与测试技术开发及应用；人体肌骨系统运动学与动力学特性测量方法与测试技术开发及应用；人体活动能耗测量方法与测量技术开发及应用；人体活动控制系统生理信号与形态特征测量方法与测量技术开发及应用。

(2) 计算生物力学在基础研究与临床应用的应用：本研究方向定位于为精细实物模型构建开发新的图像处理方法，将成熟的图像处理应用于基础研究和临床实际；构建人体生理过程仿真的物理模型；依据实物模型或物理模型模拟计算人体组织、器官、系统的生理或病例过程。具体研究内容包括：眼实体模型构建与生理或病例过程的仿真模拟计算；肌骨系统的运动功能模拟与计算分析；生物流体运动功能模拟与计算分析；人体运动控制系统的物理建模与计算；人体活动能量代谢规律的物理模型构建与计算。

(3) 生物力学辅助技术开发与临床应用：本研究方向定位于研究临床诊治辅助的新方法；开发健康促进、临床诊治与残障人群生活质量提高所需的器具与装置。具体研究内容为：肢体运动功能评价系统与装置开发；手术规划系统研发；临床辅助器械与装置研发。

(4) 人体运动功能控制与干预技术研究：本研究方向定位于脑电信号提取与识别方法；神经控制系统的功能成像与信息提取方法；功能电刺激装置研发；听力检测与康复训练技术研究与应用等。

2. 研究成果水平与技术创新贡献度

2.1 进一步完善和优化眼部组织力学特性测量方法和技术

青光眼和近视眼是全球两大致盲眼病。高眼压是青光眼的重要致病因素。认识高眼压持续作用下眼部软组织的力学特性变化规律对于研究青光眼的致病机理和青光眼的手术治疗具有重要意义。在体角膜力学特性评价对于角膜相关的手术（如屈光手术，交联手术等）的个性化方案设计、术后效果的评估具有重要意义。我们通过构建慢性高眼压动物模型，系统地研究了高眼压持续作用下，眼部软组织，如虹膜、小梁网、视乳头、筛板的力学特性改变；研究了小梁细胞、视乳头处的星星胶质细胞等细胞的力学特性和生物学改变；研究了视神经轴浆运输随眼压维持时间的变化，探索了轴浆流阻断可能引起视神经损伤的关键节点。基于眼科临床设备，提出了一种获得在体角膜弹性模量的算法，初步开发了适于在体角膜力学测试的装置，并进入动物实验验证阶段。

基于慢性高眼压动物模型的眼部软组织力学特性研究：探索慢性高眼压动物模型的构建方法，建立了较为稳定的高眼压动物模型。基于慢性高眼压大鼠模型或慢性高眼压兔眼模型，利用原子力显微镜压痕实验，在组织层面和细胞层面，研究了高眼压持续作用下，眼部软组织和相关细胞的力学特性改变。结果显示，高眼压持

续作用使虹膜明显变薄，弹性模量升高；靠近瞳孔的区域虹膜弹性模量显著大于虹膜根部及虹膜中部，虹膜的前后表面弹性模量无显著性差异。高眼压作用下，小梁网整体变薄，弹性模量较对照眼略小；而高眼压作用下小梁细胞的弹性模量变大。此两项结果为建立前房流固耦合模型研究房水流场、探索瞳孔阻滞；研究房水外流通道上的流动阻力分布打下了良好的理论基础。

青光眼视神经损害的原发部位在视乳头的筛板处，筛板是视乳头处的承载结构，视神经从筛板的筛孔中穿出。基于高眼压动物模型，研究了筛板和视神经的力学特性改变。结果显示，慢性高眼压作用使视神经的轴浆运输受到影响，轴浆流阻断；筛板发生变形，筛板区的支撑结构逐渐损坏。实验组视神经的弹性模量明显小于对照组，且随着高眼压的持续作用有逐渐减小的趋势。高眼压下视乳头的形态学结果与弹性模量的变化规律具有显著的因果性。通过构建视乳头的有限元模型，通过数值模拟分析了筛板和视神经在高眼压作用下的受力和变形，证实了这种因果性。

在体角膜力学特性测试方法研究：屈光手术和角膜交联术等角膜相关手术的个性化设计，术后角膜力学性能的评价等临床关注的问题的解决，关键在于建立有效的在体角膜力学特性评估方法。我们依托临床测试设备（眼反应分析仪ORA和可视化角膜力学分析仪Corvis），以兔眼为研究对象，研究了角膜经典生物力学参数和角膜临床生物力学参数（ORA输出参数）随年龄的变化规律，结合ORA测试过程的动力学模拟计算，分析了仪器输出参数与经典生物力学参数之间的关联，对ORA输出参数的力学意义认识进一步深入。基于Corvis测试数据，自行搭建离体眼球的Corvis测试装置，选取兔眼为研究对象，提出了一种根据Corvis输出数据确定角膜弹性模量的方法，分析了Corvis参数、角膜弹性模量与前房压力的相关性。将此方法应用于人眼角膜在体力学性质的评估，以进一步探索和验证其适用性。我们自行设计搭建了在体角膜力学测试装置，此装置是基于超声的压痕实验装置，它的优势在于利用超声探测角膜形变，消除了在体角膜力学测试中眼球的整体移动。我们利用对离体角膜、离体眼球进行了实验研究，初步验证了此实验装置的可行性和获得角膜力学参数的有效性。活体动物的在体角膜力学测试实验正在进行中。

研究成果：此项工作已发表论文9篇，其中SCI论文5篇。

2.2 上气道中空气流动可视化测量技术的研发

确定人体上气道内的空气流动性质，对于阻塞性睡眠呼吸暂停、颗粒沉积、药物输送等生物医学问题的研究具有重要意义。目前计算机数值模拟越来越多地用于上气道相关问题的研究。以往由于缺乏直接的实验依据，在进行与上气道内流动相关的数值模拟研究中，对于流动模型的选择具有很大的盲目性。确定上气道内的空

气流动性质，是保证在数值模拟时使用正确的流动模型，从而获得可靠结果的前提。然而在几何结构复杂的体外模型中直接对流动的空气进行示踪是一个巨大的挑战。我们建立了对上气道体外模型中流动的空气直接进行可视化示踪的方法和技术，首次实现了在基于真实解剖结构构建的上气道体外模型中对空气流动的直接可视化显示，用实验的手段确定了健康人及阻塞性睡眠呼吸暂停患者上气道内的气流流动特性。

我们使用烟线在绿激光背景中显示上气道单侧透明模型中相应于咽腔中矢状面上的空气流动，并用高速相机捕捉流线。将此用法用于健康人和阻塞性呼吸暂停（OSA）患者上气道中复杂的流动现象的系统研究。通过在几何结构十分复杂的人体上气道体外模型中对流动的空气直接进行可视化示踪确定出，在通常吸气速率下，健康人咽腔内一般呈现带有涡旋的层流，而非湍流的流动状态。与健康人相比，OSA患者上气道较为狭窄，也更容易在睡眠中发生塌陷和阻塞。不同于健康人上气道中一般呈现的层流流动状态，OSA患者气道中的流动状态更为复杂，在不同的条件下可出现层流、过度流、湍流等多种流动状态。通过直接针对气体流动的可视化研究，我们确定了健康人以及OSA患者上气道中在不同条件下的流动性质。该研究为探索OSA发生机制，以及用数值模拟方法研究OSA以及其它与气道内流动相关问题时流动模型的正确选择提供了最直接、可靠的实验依据。

研究成果：研究结果已在Science China-Life Sciences发表，并被杂志社作了专题报道。

2.3阻塞性睡眠呼吸暂停机制与手术规划研究进一步深入

阻塞性睡眠呼吸暂停是呼吸系统常见疾病，也是造成全身多系统、多器官疾病的重要原因，目前在机理与有效治疗手段研究方面都很不理想。基于前期大量的头颈部磁共振成像工作基础，我们开展了与OSA紧密关联的头颈部形态学研究，构建上气道体外模型进行流动特性，重建头颈部解剖结构并建立高仿真有限元模型进行OSA机制与手术规划的系列研究。发现了一些十分重要的现象，建立了一些重要组织形态学参量与气道塌陷之间的关联，并在此基础上解释OSA发生的生物力学机制。

在前期对健康人的研究结果基础上，系统地研究了当OSA患者体位由白天站姿或坐姿改变为睡眠时的卧姿时，下肢流体在重力下向头颈部自然迁移对气道形态和呼吸功能的影响，以及颈部皮肤弹性对气道形态的调控作用。研究表明，体位改变引起的流体迁移现象会加重患者夜间气道阻塞的现象。减少向头颈部迁移的流体量可以有效缓解患者的OSA症状。我们还提出了一个气道最窄横截面阈值的概念以及其在清醒状态下的测量方法。该参数可以用来作为判断具体个体在夜间是否会发生

低通气现象的指标。

提出并建立了将磁共振成像与有限元模拟相结合，反推出颈部皮肤的在体弹性模量的测量方法，并将其用于不同个体皮肤弹性性质的在体评估。研究结果揭示了个体皮肤弹性性能间存在的差异，以及皮肤弹性对气道几何形态的重要调控作用，合理地解释了当流体迁移等现象导致头颈部软组织体积增加时，为何在不同个体间软组织体积的增加会对气道的塌陷性有截然不同影响。该研究获得的颈部皮肤在体弹性模量值也为建立复杂的上气道高仿真三维有限元模型提供了一个关键和可靠的力学参数。

用三维数值模拟的方法，评估针对OSA患者施行的保留悬雍垂腭咽成形术中，在扁桃体切除后，不同的伤口缝合方式对咽腔结构、组织中应力分布及手术效果的影响。针对下鼻甲切除手术，我们提出一种以双侧鼻腔阻力的匹配作为判据，基于同伦变换，通过三维数值模拟来确定下鼻甲各部位组织切除的形状和数量的优化方法，以达到手术中尽可能少的切除组织，同时却可获得尽可能大的通气功能改善的效果。

研究成果：已发表SCI论文2篇，核心期刊论文4篇，重要国际会议论文3篇，获软件著作权2项。

2.4建立肌骨神经疾病患者运动功能和治疗效果评估的系统方法

通过分析膝关节炎患者的行走的时空参数、足底压力分布和肌电参数，总结了膝内翻关节炎患者的步态特点，为今后膝关节炎患者的诊断、治疗和康复提供了有价值的参考信息。痉挛型脑瘫儿童的下肢痉挛会造成下肢骨骼结构以及步态的异常，从而严重损害患儿的行走能力。足外翻是脑瘫患儿最常见的足部畸形，大部分研究者认为脑瘫足外翻是由于内、外翻肌肌力失衡所致，但对于他们的理论没有实验支撑。我们应用便携式步态分析仪和足底压力分布平板测试系统对痉挛性脑瘫儿童的步态特征进行分析研究；同时，探索足外翻脑瘫儿童行走过程中肌肉的激活特点，并结合步态的时空参数、运动学参数量化分析其行走的步态特征，发现脑瘫儿童胫骨前肌（内翻肌）肌力明显低于正常儿童，腓骨长肌（外翻肌）和正常儿童相近，因此，内翻肌肌力较弱可能是导致足外翻的原因。这些规律为临床诊断治疗提供了量化参考。

围绕膝关节炎和关节置换患者，我们完成了术前术后生物力学评估方法的建立和居家康复监测、指导系统的开发。我们提出了基于连续相对相位的膝关节炎患者膝关节功能的评估新方法。应用连续相对相位比较单侧膝骨关节炎患者和健康受试者行走时肢节间的协调模式和协调变异性，发现了对于膝骨关节炎患者，站立后期

和摆动期大腿带动小腿以及站立前期小腿带动足的趋势减弱；并且站立后期和摆动期的前期小腿带动足的趋势增强并且该趋势时间延长；在摆动期的中后期足带动小腿的趋势减弱并且时间缩短。患者增加了大腿-小腿和小腿-足的协调变异性来适应步态扰动，这反映了患者走路时不稳定的运动控制和步态，该结果为KOA患者行走能力的评估提供参考。我们建立了膝关节有限元三维重建，为进一步分析膝关节炎患者的膝关节生物力学特性，评估膝关节置换后的膝关节生物力学特性打下了良好地基础。同时我们开发了一套膝关节置换病人手术后居家康复的远程测量、监控和指导系统，为膝关节患者术后能良好的康复提供了一定的保障手段。

研究成果：已发表11篇论文，包括5篇SCI，6篇核心期刊。

2.5提升能量测试系统的性能，运动能量代谢与健康的相关研究不断深入

依据人体生理极限，我们开发了人体运动能量代谢测量的信号处理方法，极大提高了能量代谢测量系统的精度和准确性。

咖啡因是一种神经系统的兴奋药，可以刺激人体的中枢神经系统与自主神经系统。大多数研究认为，咖啡因的摄入可以有效提高运动能量消耗。但针对久坐状态或轻体力活动，咖啡因对能量代谢率影响的研究仍然较少。我们使用能量代谢测量系统进行咖啡对能量代谢率及心率变异性影响的研究，研究发现无论是低剂量还是中等剂量的咖啡因均可引起静坐状态下能量代谢率的提高、心率的降低以及心率变异性的改变。但对于骑行运动状态下，咖啡因的摄入则只会影响能量代谢率，对心率无明显影响。咖啡因摄入后，心率变异性的改变可以客观反映出咖啡因对自主神经系统中交感神经和副交感神经活动平衡性的影响，具体表现为咖啡因可以有效兴奋副交感神经活性。

静息能量消耗是人体总能量消耗的重要组成部分。妊娠期随着机体组织的增加和变化，孕妇孕期静息能量消耗也在增加，能量摄入需要根据能量消耗量的增加进行相应调整来保证母体健康和胎儿正常生长发育，因此准确计算孕期静息能量消耗十分关键。由于实际的静息能量消耗测量法在临床应用中受到很大限制，因此临床中通常采用静息能量消耗的估算方法，这就要求估算模型必须合理可靠。目前的静息能量消耗估算模型均存在许多问题，尤其在对孕妇静息能量消耗的估算上，误差很大，几乎无法使用，因此建立合理可靠的孕妇静息能量消耗预测模型十分重要。我们开展了孕妇静息能量消耗预测模型的研究。本研究建立的孕妇分期和不分期静息能量消耗预测模型的预测准确率明显优于现有其它模型，分期模型比不分期模型准确率稍高。孕期体重增长越大，静息能量消耗增加越多。巨大儿与妊娠糖尿病、孕期体重增长过大以及孕前超重和肥胖有密切关系。孕期静息能量消耗预测模型的

建立，可以对孕妇的静息能量消耗进行准确估算，是确定孕期能量摄入量的基础和依据，从而更合理地控制孕期体重增长、降低不良妊娠结局的发生，对促进母婴安全有着重要意义。

研究成果：已发表4篇论文，包括2篇SCI，2篇核心期刊。

2.6智能膀胱功能控制系统全面升级

脊髓神经损伤导致的尿不控是严重影响患者生活质量甚至生存效果的严重问题，研发可一次性手术植入，体外给能的长效尿控制刺激系统具有重大价值。

在前期开发的智能膀胱刺激器的基础上，提出了一种适用于植入式的无线供电方案。该方案将磁耦合谐振的方法引用于植入供电系统，通过建立理论线圈仿真模型计算线圈尺寸与谐振频率，有效地解决了植入式装置无线供电距离远、尺寸小等难题，使得植入式装置可以无需更换电池而终生使用。该系统主要由体外能量发射、体内能量接收两部分构成，系统设计实现了10 cm的有效供能距离，实际供能80 mm距离可以供能2.642 mW。我们更改了压力监测器的植入方式，将压力传感器与蓝牙主机分离放入膀胱粘膜与膀胱壁夹层监测膀胱的压力。更改神经刺激器的无线通信方式为低功耗蓝牙，改进刺激脉冲的发生电路，使对刺激器的控制更加简便。更改现有的开关式刺激脉冲产生电路为定时式脉冲产生电路以扩大输出脉冲的参数范围，更换供电电源芯片提高运放的电压值可以提高电路的驱动能力。动物实验结果表明，改进后的压力监测器可以避免表面结石、腐蚀、丢失等问题，易于固定，且测量的压力值与膀胱的真实压力变化趋势相同。改进后的神经刺激器体积更小，可带动负载更大，可以和压力监测器一起同体外控制器进行通讯方式上的整合。

研究成果：获得发明专利3项，发表论文5篇，多次获得国家级比赛一等奖。

（三）队伍建设与人才培养

1. 实验室主任与学术带头人作用

实验室学术带头人为刘志成教授、黄亚奇教授、张宽教授和张旭教授，其中刘志成为实验室主任。在目前为止，实验室主任没有变更。重点实验室设置四个研究方向，即：生物力学测量方法研究及临床应用、计算生物力学在基础研究与临床实践的应用、生物力学辅助技术开发与临床应用、人体运动功能控制与干预技术研究。

刘志成教授作为实验室主任，其主要从事临床生物力学测量方法、眼部的建模

仿真和临床辅助器械的研发等。曾主持国家自然科学基金4项、北京市教委重点项目1项和北京市自然科学基金1项，获批北京市高层次人才资助计划，参与国家自然科学基金等研究10余项，发表学术论文100余篇。现任中国生物医学工程学会理事，中国生物医学工程学会医学物理分会理事长，中国生物医学工程学会生物力学专业委员会委员，北京生物医学工程学会副理事长。

黄亚奇教授曾任哈佛医学院及附属医院研究员。主要从事人体生理系统，特别是呼吸系统和心血管系统的生物力学建模和计算机模拟，以及疾病机理和新的诊断与治疗手段等方面的研究。成果发表在多种重要的国际医学，生理学，和生物医学工程学术杂志上，并被反复引用。曾获多项重要国际奖励，包括梅尔维尔奖章。2013年获得美国胸科学会颁发ATS-China International Development Award。其在睡眠呼吸暂停方面的研究居该领域世界领先地位。曾主持国家科技支撑计划课题，国家自然科学基金面上项目，以及北京市教委科技计划重点项目。

张宽教授曾任美国哥伦比亚大学圣克鲁斯-罗斯福医院能量代谢中心实验室主任、NIH科研项目主要负责人。张宽教授主要从事人体能量代谢和运动的测量、建模和分析的研究。开展了很多原创性工作，并且进行了大量有关疾病（例如糖尿病、舞蹈病和肥胖症等）的能量代谢的临床应用研究。在国内外主要学术杂志上发表了多篇文章，其中两篇论文引用次数超过百次。

张旭教授曾在美国匹兹堡大学做访问学者，现为中国电子学会生物医学电子分会委员，中国生物医学工程学会会员。主要从事医学信号处理的研究，研究方向为脑电、肌电信号分析；神经功能电刺激；任务态以及静息态磁共振功能成像实验设计和数据分析。曾主持北京市自然科学基金，作为合作方负责人参加国家自然科学基金、重大仪器项目和国际合作重点项目，参加美国NIH项目等。近五年发表SCI以及中文核心期刊文章30余篇，发明以及实用新型专利6项。

实验室主任重视实验室的建设，结合实验室自身特点，主持制订了实验室的各类管理规定，规范实验室的运行管理；通过政策引导督促青年教师提升医学背景知识，推动与医学和临床的交流与合作；通过走出去引进来等方式逐步扩大实验室影响，吸引优秀中青年人才。实验室主任特别重视实验室学术委员会的学术把关和学术水平引领作用，坚持实验室的重大事项与学术委员会沟通，听取意见，征求建议。各位实验室学术带头人也着力研究队伍的内涵建设，帮助并指导团队成员凝练课题内容，修改项目申请书，指导他们的具体科研工作。实验室的每一个团队都注重后备力量的储备及后备学术带头人的培养，保证了研究的持续性发展。

2. 队伍结构与创新团队建设

目前，实验室现有人员37人，其中教授10人、副教授16人，36人有博士学位，13人具有博士后研究经历。重点实验室的4位学术带头人，5个研究团队，具体的建设情况如下：

眼生物力学研究团队曾为北京市创新团队。目前，有8位成员，其中教授3人，副教授3人，讲师2人。该团队针对青光眼、近视、圆锥角膜等眼部疾病、立足动物模型结合临床数据开展系列研究，追求青光眼进程中生物力学机制的认识和角膜处置治疗后力学因素对疗效的影响。团队与同仁医院眼研究所、深圳先进技术研究院等研究机构建立良好而稳定的合作关系。学术带头人刘志成教授利用各种可能的机会带领或派遣团队成员到相关大学实验室进行交流和学习，团队成员的研究能力得到显著的提高。

神经刺激与脑功能认知研究团队在2019年获得教育部“天诚汇智”创新促教基金资助。团队有7位成员，其中教授1人，副教授3人，讲师3人。此团队在神经刺激和脑功能认知、医学信号处理技术，以及脑功能认知领域的研究。团队与宣武医院、清华大学和天津医科大学等单位开展合作。学术带头人张旭教授主导开发的项目无线植入式膀胱功能刺激系统已经完成动物实验验证，该项目获得两项发明专利，是北京市教委科技计划项目的重点资助。

呼吸生物力学研究团队、人体活动能量代谢研究团队和医学图像仿真建模研究团队是实验室重点发展的三个研究团队。呼吸生物力学研究团队，有5位成员，其中教授1人，副教授2人，讲师2人。学术带头人为黄亚奇教授。团队致力于通过生物力学建模，计算机数值模拟，医学影像，生理实验，体外模型实验等多种手段，探索阻塞性睡眠呼吸暂停的发生机制及其间歇性缺氧对心血管系统的影响，为发展有效的疾病诊治手段提供帮助，包括发展基于医学影像与计算机模拟技术，应用于个性化手术设计的OSA手术规划系统。此团队曾承担国家科技支撑计划课题，多项国家自然科学基金项目，以及北京市教委科技计划重点项目。人体活动能量代谢研究团队，共有8位成员，其中教授2人，副教授3人，讲师3人。主要从事生物力学、康复工程和人体能量代谢等方向的研究，具体包括骨关节疾病的生物力学分析评估，康复效果的评估，人体日常活动的分类识别和能量消耗的测量、分析和生物力学建模，以及大容量能量代谢测试舱的设计和组建。学术带头人张宽教授积极推进团队建设，为团队每个成员制定发展计划，寻找科研课题，凝练可持续发展的科研方向。团队曾承担国家自然科学基金项目2项，教育部博士点基金（博导类）项目1项和北京

自然科学基金项目3项，本年度1位成员获得硕士生导师资格。医学图像仿真建模研究团队是有9位成员，其中教授3人，副教授5人，讲师1人。此团队关注医学影像仿真建模的临床应用，开发保障医学影像的图像质量新技术、利用影响信息建立针对特定医学诊疗应用的数学物理模型，研究诊疗所需的新方法和新技术。团队曾获得国家自然科学基金、北京市自然基金等资助。

3. 青年骨干人才培养

实验室按研究工作内容不同，成立了以教授为核心的多个学术小组，每个学术小组定期进行工作交流；实验室组织青年教师深入临床实际与医务人员面对面交流。实验室规定所有新进教师如果没有生物医学背景，必须在三年内完成本科生的解剖学和生理学课程学习并必须取得合格成绩，选修一门有兴趣的生物医学课程，这对增强理工背景人员的生物医学学科交叉能力起到了积极的促进作用。实验室以开放课题、基础-临床课题和平台建设课题的申请为抓手，推动实验室成员深入临床，融入临床。

近3年间，有3位师到国外相关研究单位进行长期的访问交流。邀请国内外专家来访、讲座20次。主办学术会议4次，学术讲座6次。团队成员定期参加国内学术交流，如中国计算力学大会、全国眼科学术会议、生物医学工程与生物技术国际会议、中国睡眠大会、全国生物力学学术会议等平均每年可达35人次。

实验室有3位教师晋升位教授，4位青年教师晋升为副教授；2位教师获得博士生导师资格，7位教师获得硕士生导师资格并顺利招收学生。3位教师到国外访学回国。中青年教师获得国家自然科学基金项目、北京市自然科学基金项目和北京市教委科技计划一般项目11项，研究经费262万。

（四）开放交流与运行管理

1. 学术委员会作用

（三）队伍建设与人才培养

1. 实验室主任与学术带头人作用

实验室学术带头人为刘志成教授、黄亚奇教授、张宽教授和张旭教授，其中刘志成成为实验室主任。在目前为止，实验室主任没有变更。重点实验室设置四个研究方向，即：生物力学测量方法研究及临床应用、计算生物力学在基础研究与临床实

践的应用、生物力学辅助技术开发与临床应用、人体运动功能控制与干预技术研究。

刘志成教授作为实验室主任，其主要的研究兴趣点在临床生物力学测量方法，另外在眼部的建模与仿真和临床辅助器械的研发方面开展工作。曾主持国家自然科学基金4项和北京市自然科学基金、北京市教委科技发展计划重点项目、北京市“高层次人才资助计划”等。发表研究论文100余篇，获批4项专利。现任中国生物医学工程学会常务理事，中国生物医学工程学会医学物理分会主任委员，北京生物医学工程学会副理事长，中国生物医学工程学会康复工程分会副主任等，中国生物医学工程学会生物力学专业委员会委员。

黄亚奇教授曾任哈佛医学院及附属医院研究员。目前主要从事与OSA相关的力学模型，计算机数值模拟，医学影像，人体生理实验与体外模型实验，OSA手术规划系统，以及OSA对心血管系统血流动力学状态影响等方面的研究。近年主持了国家科技支撑计划，国家自然科学基金，北京市教委科技计划多个项目的研究工作。曾在国际重要学术期刊和会议发表近百篇论文，获得过多项重要国际奖励，包括在1996年获得梅尔维尔奖章（Melville Medal）和2013年美国胸科学会颁发ATS-China International Development Award。其在睡眠呼吸暂停方面的研究居该领域世界领先地位。

张宽教授曾任美国哥伦比亚大学圣克鲁斯-罗斯福医院能量代谢中心实验室主任、NIH科研项目主要负责人。主要从事生物力学、康复工程和人体能量代谢等方向的研究，具体包括骨关节疾病的生物力学分析评估，康复效果的评估，人体日常活动的分类识别和能量消耗的测量、分析和生物力学建模，以及大容量能量代谢测试舱的设计和组建。主持美国和中国多项科研项目，发表论文100余篇，最高单篇他引341次。目前兼任中国航天员科学训练中心总装备部重点实验室能量代谢研究方向PI，中国老年医学会智慧医疗技术与管理分会常务委员，中国生物材料学会骨修复与器械分会委员，国家科技奖励办评审专家，中国药监局器械评审中心评审专家以及《北京生物医学工程》和《生物医学工程研究》编委等职。

张旭教授曾在美国匹兹堡大学做访问学者，主要从事医学信号处理的研究，研究方向为脑电、肌电信号分析；神经功能电刺激；任务态以及静息态磁共振功能成像实验设计和数据分析。曾主持北京市自然科学基金，作为合作方负责人参加国家自然科学基金、重大仪器项目和国际合作重点项目，参加美国NIH项目等。近五年发表SCI以及中文核心期刊文章30余篇，发明以及实用新型专利6项。现任中国电子学

会生物医学电子分会委员，中国生物医学工程学会会员，中国研究型医院学会临床工程专业委员会主任，国家发明奖评审专家，国家医疗器械审评中心评审专家。

实验室主任重视实验室的建设，结合实验室自身特点，主持制订了实验室的各类管理规定，规范实验室的运行管理；通过政策引导督促青年教师提升医学背景知识，推动与医学和临床的交流与合作；通过走出去引进来等方式逐步扩大实验室影响，吸引优秀中青年人才。实验室主任特别重视实验室学术委员会的学术把关和学术水平引领作用，坚持实验室的重大事项与学术委员会沟通，听取意见，征求建议。各位实验室学术带头人也着力研究队伍的内涵建设，帮助并指导团队成员凝练课题内容，修改项目申请书，指导他们的具体科研工作。实验室的每一个团队都注重后备力量的储备及后备学术带头人的培养，保证了研究的持续性发展。

2. 开放交流

(1) 开放课题设置情况

在2017-2019年度，实验室共有开放课题5项，执行期为2年，现已全部结题。为了更好地发挥开放课题的作用，充分利用开放课题加强与外单位实验室的联系与合作，实验室梳理了开放课题设置和执行中的问题点，提出了管理开放课题的新模式，准备在2020年度重新启动开放课题的申请工作。

(2) 学术交流情况

有3位教师到国内外相关研究单位进行长期或短期的访问交流。有2位教师到国外相关研究单位进行访问交流。邀请国内外专家来访、讲座20多次。主办学术会议4次。重点实验成员定期参加国内学术会议，在国内外会议上的邀请报告10余人次，实验室研究生在大会交流报告20余人次。参编眼力学丛书。

(3) 对外服务

重点实验室与同仁医院眼科学研究所、屈光中心、宣武医院功能神经、天坛医院神内、朝阳医院耳鼻喉、北京康复医院神内、潞河医院骨科等签订PI合作协议，展开长期合作。实验室通过横向合作，帮北京、河北、济南和天津的等地研究单位开展材料力学性能实验测试、建模与计算和医学信息数据分析。

(4) 科普工作

在科普工作方面，实验室通过“青少年进实验室计划”承担社会公共服务，为青少年培养搭建平台，推进科学普及，提高对生物医学工程领域的认识和理解。三年

来，实验室共接收11名学生开展科研活动。另外，实验室成员还承担了北京市第十二中学，北京市第十四中学的选修课的讲授任务。

3. 协同创新

(1) 综述实验室与其他实验室合作、组建或加入产业技术创新联盟等产学研合作情况等；

实验室与国家眼科诊断与治疗设备工程技术研究中心建立合作关系，合作申请的两个首都医科大学基础-临床（平台类）项目顺利开展。作为乙方负责人与同仁医院眼科学与视觉科学北京市重点实验室等重点实验室或工程中心申请首都医科大学基础-临床（平台类）项目，推进合作研究的进一步深入。

实验室与中国航天员科研训练中心长期合作，开展了长期载人飞行任务人体代谢参数测量实验，为航天航载物重量标准制定提供数据支持。

(2) 实验室设立分中心（在京外设置的机构）建设情况、开展“京津冀协同创新”等区域合作情况等；

无

(3) 实验室支撑/保障北京行政副中心、雄安新区、冬奥会建设情况等；

无

(4) 实验室开展“一带一路”合作、国际合作情况等。

无

4. 运行管理与机制创新

本实验室的科技工作基本思路仍然延续“学术、技术两条腿走路，两条腿都要有力”的方针；在科技评价标准上采取“学术研究以影响大小评价，科技开发以转化效益评价”的方法。

在管理体制、运行机制方面，结合实验室的自身特点，根据学科方向研究内容的不同，实验室设置了一位常务副主任，负责常务事务处理，实验室建立了以实验室秘书为中枢，各团队PI助理为节点的信息管理系统。通过给与参与管理工作的人员适当额度补贴来充分调动研究生参与实验室的日常管理的积极性，锻炼研究生的

能力同时也有利于各个团队信息的共享。

通过设立重点实验室开放课题基金，吸引临床和其他研究单位参与重点实验室的研究工作，促进交叉合作，开放课题基金为实验室“深入临床、融入医学”提供基金支持。开放课题的筛选严格按照本实验室的研究方向确定，最后由学术委员会评审落实。2017-2019年度遴选5项开放课题，结题5项。在学校基础-临床（平台类）项目的资助和推动下，实验室与国家眼科诊断与治疗设备工程技术研究中心、多家临床医院展开深入交流合作。

5. 依托单位支持

学校非常支持实验室的人才引进，截止至2019年底，新增青年教师均具有博士后工作经历。

实验室共获得各类实验室运行经费支持209万元，学校对重点实验室各PI团队用于平台建设的经费支持为2011万元；

在2017-2019三年建设期间，实验室建设了高性能计算系统、脑认知功能和神经系统疾病相关数据采集分析平台、细胞力学生物学实验平台和三维定位于手术导航平台，为已有的实验测试平台补充和更新了仪器设备。其中10万以上仪器9台套。

三、重点实验室自评表

评价内容		自评分
发展规划及目标完成 (10分)	2017-2019年绩效考评期内规划目标完成情况。	9
	未来三年发展规划	
研究水平与贡献 (50分)	定位与研究方向情况	45
	研究成果水平	
	技术创新的贡献度	
队伍建设与人才培养 (25分)	实验室主任与学术带头人作用	23
	队伍结构与创新团队建设	
	青年骨干人才培养	
开放交流与运行管理 (15分)	学术委员会作用	15
	开放交流	
	协同创新	
	运行管理与机制创新	
	依托单位支持	
总评		92

四、依托单位内部公示情况

依托单位（盖章）： 年 月 日

五、学术委员会意见

三年来，实验室按照所规划的研究方向开展学科建设和研究工作，实验室制度健全，运行顺畅，在平台建设、科学研究、人才培养、队伍建设等方面取得了重要进展，很好地完成了预定目标。

实验室建设带动了科学研究工作，主要体现在：进一步完善和优化了眼组织力学特性测量方法和技术；开发了上气道中空气流动可视化测量技术；建立了肌骨神经疾病患者运动功能和治疗效果评估的系统方法；进一步提升了与运动能量代谢相关的能量测试系统的性能；全面升级了智能膀胱功能控制系统。经过三年的发展，论文发表的数量和质量明显提高，科研项目获取能力得到了进一步增强，获批了多项发明专利。

通过实质性经费投入，实验室平台搭建逐渐完善，凝聚了研究方向，锻炼了队伍，促进了年轻教师的成长和学生的培养。同时，也与一批医院建立了稳定的研究合作关系。

建议实验室进一步聚焦国家重大需求，强化重大问题突破与关键技术应用。

学术委员会同意实验室自评意见，并建议考核通过。

学术委员会主任（签字）（盖章）：

年 月 日

六、依托单位意见

依托单位（盖章）：

年 月 日

七、附件目录

序号	附件名称
1	研究成果情况明细表
2	队伍建设情况明细表
3	学术委员会召开情况表
4	开放交流情况明细表
5	绩效报告公示照片

附件1、研究成果情况明细表

1、科技计划项目

①承担国家科技计划项目（仅限科技部项目）、国家自然科学基金委员会项目（课题）

序号	项目（课题）名称	主持人	年度	财政经费（万元）	项目类型	项目类别
1	基于磁共振功能成像的主观认知下降人群注意脑机制研究	李春林	2017	60.0000	国家自然科学基金	A
2	影响全膝关节置换效果的生物力学因素分析研究	张宽	2017	60.0000	国家自然科学基金	A
3	深度脑刺激改善帕金森病运动障碍的脑网络机制研究	魏婧	2017	25.0000	国家自然科学基金	A
4	基于深度学习的肝癌影像学报告辅助诊断模型研究	刘红蕾	2017	20.0000	国家自然科学基金	A
5	CT影像引导肝肿瘤介入微波/射频热消融治疗术中穿刺路径自动规划新方法研究	吴薇薇	2018	26.0000	国家自然科学基金	A
6	心肌细胞内螺旋钙波的动力学研究	陈熹	2018	26.0000	国家自然科学基金	A
7	基于深度学习的混合特征患者表示方法及应用研究	陈卉	2019	50.0	国家自然科学基金	A

8	脂肪在头颈部的沉积对阻塞性睡眠呼吸暂停影响的力学机制研究	姬长金	2019	25.0	国家自然科学基金	A
---	------------------------------	-----	------	------	----------	---

备注：

- (1) 项目类型指：国家科技重大专项、国家重点研发计划、技术创新引导计划、国家自然科学基金等。
- (2) 项目类别有A、B两类，A是指重点实验室牵头主持的课题，B是指重点实验室参与的课题。
- (3) 如承担国家科技计划项目子课题，可填写子课题名称，任务书约定的财政经费，类别为A。
- (4) 跨年度项目以立项年度为统计依据，财政经费以任务书中约定的经费为统计依据，不包括依托单位配套经费。例：某项目2017年立项，财政经费300万，但在2018年下拨。该项目统计时纳入2017年，财政经费300万元。

②承担省部级科技计划项目（课题）

(1)北京市科委科技计划项目项目

序号	项目（课题）名称	主持人	年度	财政经费（万元）	项目类型	项目类别
1	真菌必需基因识别与分析研究	郑文新	2017	20.0000	北京市自然科学基金	A

备注：

- (1) 项目类型指：教育部创新团队发展计划、北京市科技计划项目等。
- (2) 项目类别有A、B两类，A是指重点实验室牵头主持的课题，B是指重点实验室参与的课题。
- (3) 如承担省部级项目子课题，可填写子课题名称，任务书约定的财政经费，类别为A。
- (4) 跨年度项目以立项年度为统计依据，财政经费以任务书中约定的经费为统计依据，不包括依托单位配套经费。例：某项目2017年立项，财政经费300万，但在2018年下拨。该项目统计时纳入2017年，财政经费300万元。

(2) 其它省部级科技计划项目

序号	项目（课题）名称	主持人	年度	财政经费（万元）	项目类型	项目类别
1	基于人工智能的癫痫脑电特征的自动识别	张旭	2019	30.0	教育部创新团队发展计划	B
2	并发抑郁的轻度认知障碍患者的多模态磁共振影像学研究	景斌	2019	15.0	北京市教委科技计划项目	A
3	基于VEGF靶向荧光成像的糖尿病视网膜病变早期检测研究	张璐	2019	15.0	北京市教委科技计划项目	A

备注：

- (1) 项目类型指：教育部创新团队发展计划、北京市科技计划项目等。
- (2) 项目类别有A、B两类，A是指重点实验室牵头主持的课题，B是指重点实验室参与的课题。
- (3) 如承担省部级项目子课题，可填写子课题名称，任务书约定的财政经费，类别为A。
- (4) 跨年度项目以立项年度为统计依据，财政经费以任务书中约定的经费为统计依据，不包括依托单位配套经费。例：某项目2017年立项，财政经费300万，但在2018年下拨。该项目统计时纳入2017年，财政经费300万元。

2、研究论文（无重点实验室署名的不予填写）、专著

①研究论文（无重点实验室署名的不予填写）

序号	论文题目	作者	发表年度	刊物名称	国内/国际	SCI影响因子
1	Effects of different movement modes on plantar pressure distribution patterns in obese and non-obese Chinese children.	Yan Song-hua, Wang Lu, Zhang Kuan	2017	Gait & posture	国际	2.3
2	In vivo measurements of human neck skin elasticity using MRI and finite element modeling	Yunqiang An, Changjin Ji, Yong Lil, Jianxia Wang, Xinyue Zhang, Yaqi Huang	2017	Medical Physics	国际	3.3
3	Algorithm to improve accuracy of energy expended in a room calorimeter.	Haiying Quan, Wenrui Hao, Lu Li, Ming Sun, Kuan Zhang	2017	Medical & Biological Engineering & Computing	国际	2.0
4	Time Course Changes of the Mechanical Properties of the Iris Pigment Epithelium in a Rat Chronic Ocular Hypertension Model	Tan Li, Lin Li, Zhicheng Liu	2018	BioMed Research International	国际	2.3
	Direct Visualizat	Haijun Wu, Mengme				

5	ions of air flow in the human upper airway using in-vitro models	ng Wang, Jianxia Wang, Yunqiang An, Hui Wang, Yaqi Huang	2018	Science China-Life Sciences	国内	4.6
6	A Feasible Method of Angiogenesis Assessment in Gastric Cancer Using 3D Microvessel Density	Lu Zhang, Fei Zheng, Zhigang Peng, Zijiang Hu, Zhi Yang	2018	Stem Cells International	国际	3.9
7	Evaluation of corneal elastic modulus based on Corneal Visualization Scheimpflug Technology	Xiao Qin, Lei Tian, Haixia Zhang, Xinyan Chen, Lin Li	2019	BioMedical Engineering OnLine	国际	2.1
8	Multiple instruments motion trajectory tracking in optical surgical navigation	Mengshi Zhang, Bo Wu, Can Ye, Yu Wang, Nan Zhang	2019	Optics Express	国际	3.7
9	Development of an Implantable Wireless and Batteryless Bladder Pressure Monitor System for Lower Urinary Tract Dysfunction	Yihua Zhong, Bolin Qian, Yaguang Zhu, Zhaohui Ren, Junming Deng, Jinghua Liu, Qianrui Bai, Xu Zhang	2019	Journal of Translational Engineering in Health and Medicine	国际	2.5
10	Threshold of the Upper Airway Cross-section for Hypopnea Onset during Sleep and Its I	Hongyi Lin, Cunting Wang, Han Zhang, Huahui Xiong,	2019	Respiratory Research	国际	3.9

dentification und er Waking Condi on	Yaqi Huang				
--	------------	--	--	--	--

备注：只需列举10篇水平高、影响力大的学术论文。

②专著

序号	专著名称	作者	出版年度
1	计算机应用技术教程第二版	陈卉, 赵相坤, 武博	2019

3、专利、动/植物新品种、新药证书、临床批件、数据库等

序号	名称	编号	申请/授权	获得年度	国内/国际	类型	PCT申请
1	一种颅脑灌注降温便携箱	ZL201410293158.2	授权	2017	国内	专利	否
2	基于移动平均法的边界光滑软件V1.0	2017SR060279	申请	2017	国内	软件著作权	否
3	颅内动脉瘤介入治疗支架植入图像仿真方法	ZL201210552762.3	授权	2017	国内	发明	否
4	步态分析及跌倒评估系统	201710055109.9	申请	2017	国内	发明	否
5	步态分析及跌倒评估软件V1.0	2017SR138355	申请	2017	国内	软件著作权	否
6	一种可转动的腰椎弹性固定装置	ZL201610520656.5	授权	2018	国内	发明专利	否
7	一种用于核磁共振成像的脊柱加压装置		申请	2018	国内	发明专利	否
8	用于各向异性组织模拟的区域网格划分与建模软件V1.0	2018SR678708	授权	2018	国内	软件著作	否
9	一种睡眠状态分析方法	ZL 201610908281.X	授权	2019	国内	发明专利	否

备注:

(1) 国内外内容相同的不得重复统计。

(2) 类型：分为专利（仅包括发明专利）、新药证书、数据库、动/植物新品种、临床批件等。

(3) PCT为Patent Cooperation Treaty（专利合作协定）的简写，是专利领域的一项国际合作条约，即在一个专利局（受理局）提出的一件专利申请（国际申请），申请人在其申请中（指定）的每一个PCT成员国都有效，从而避免了在几个国家申请专利，在每一个国家都要重复申请和审查。

(4) PCT申请填写是、否即可。

4、制（修）订技术标准

序号	名称	编号	类型	类别
----	----	----	----	----

备注：

(1) 类型分别为国际标准、国家标准、行业标准、地方标准四类。

(2) 类别有A、B两类，A是指重点实验室牵头制（修）订的技术标准，B是指重点实验室参与制（修）订的技术标准。

5、获奖成果

序号	项目名称	奖项名称	奖项等级	奖项类别	评奖单位	主要完成人	主要完成人排名	获奖年度
----	------	------	------	------	------	-------	---------	------

备注：

(1) 奖项名称指国家自然科学奖、北京市科学技术奖等。

(2) 奖项等级指特等、一等、二等、三等四类。

(3) 奖项类别指国家级、省部级、行业协会三类。其中国家级仅限“国家最高科学技术奖、国家自然科学奖、国家技术发明奖、国家科学技术进步奖和国际科学技术合作奖”5类。

(4) 评奖单位指科技部、教育部、北京市科委等单位。

6、技术创新的贡献度

①新技术、新产品

序号	新技术、新产品名称	产业化地点	直接经济效益（万元）	技术水平
----	-----------	-------	------------	------

备注：

- (1) 新技术\新产品需要有《国家战略性新兴产业证书》、《中关村国家自主创新示范区新技术新产品（服务）证书》等证明文件。
- (2) 技术水平：国际领先、国际先进、国内领先、国内先进等。
- (3) 同一新技术、新产品只统计一次。

② 技术合同

序号	技术合同名称	主持人	委托单位	委托省份	年度	技术合同类型	合同额（万元）
----	--------	-----	------	------	----	--------	---------

备注：技术合同类型指技术开发、技术转让、技术服务和技术咨询四类。

③成果转化

序号	成果名称	产业化地点	直接经济效益（万元）	转化形式
----	------	-------	------------	------

备注：

- (1) 成果转化是指由工程中心专职人员为主完成的某项技术成果的转化。
- (2) 转化形式没有固定要求，如实填写即可。
- (3) 同一技术成果只统计一次。

附件2 队伍建设情况明细表

1、专职人员

序号	姓名	性别	出生日期	职称	实验室职务	所学专业	最后学位	学术兼职	高端人才情况	
									人才类型	获得时间
								国际医学物理组织（IOMP）理事；中国生物医学工程学会理事；亚太地区医学物理联合会（AFOMP）理事；北京生物医学工程学会生物力学专业委员会副主任委员；国家自然科学基金委员会专家；《中国医学物理学杂志》编委；中国生物医		

1	刘志成	男	1955-06-07	正高	实验室主任	理论物理	硕士	<p> 工程学会医学物理分会副理事长；北京生物医学工程学会副理事长；中国生物医学工程学会生物力学专业委员会委员；《北京生物医学工程》编委；《中国医疗器械信息》编委；北京自然科学基金委员会专家；教育部生物医学工程专业教学指导委员会委员 </p>		
2	李林	男	1963-11-24	正高	实验室副主任	生物医学工程	博士			
								<p> 美国机械（或力学）工程学会（ASME）会员， </p>		

3	黄亚奇	男	1956-04-15	正高	其他	力学, 生物医学工程	博士	生物医学工程学会(BMES)会员, 优秀科学家荣誉组织Sigma xi会员		
4	张宽	男	1964-02-06	正高	其他	生物医学工程	博士	中国远程心电监护联盟执委		
5	陈卉	女	1968-01-18	正高	其他	生物医学工程	博士			
6	李海云	男	1966-02-16	正高	其他	生物医学工程	博士	国家自然科学基金评审专家; 航天医学与医学工程编委;		
7	杨智	男	1968-11-13	正高	其他	图像处理	博士			
8	张楠	女	1974-01-16	正高	其他	医学图像处理	博士			
9	张旭	女	1963-09-09	正高	其他	影像医学与核医学	博士			
10	钱秀清	女	1971-05-24	正高	其他	力学	博士			
11	郭学谦	女	1972-05-08	副高	其他	生物医学工程	博士			
			1974-10-1		实验室副					

12	张海霞	女	8	副高	主任	理论物理	博士			
13	宋红芳	女	1975-03-04	副高	其他	生物医学工程	博士			
14	熊华晖	男	1977-03-01	副高	其他	理论物理	博士			
15	薄雪峰	女	1976-02-27	副高	其他	生物医学工程	博士			
16	全海英	女	1971-11-01	副高	其他	凝聚态物理	博士			
17	闫松华	女	1974-08-27	副高	其他	人体运动科学	博士			
18	李霞	女	1974-03-13	副高	实验室副主任	信号与信息处理	博士			
19	华琳	女	1973-10-30	副高	其他	生物统计与生物信息学	博士			
20	石宏理	男	1967-10-11	副高	其他	控制科学与技术	博士			
21	黄菊英	女	1972-03-29	副高	其他	生物力学	博士			
22	许莉莉	女	1979-03-04	副高	其他	生物医学工程	博士			
23	张璐	女	1985-12-10	副高	其他	医学图像处理	博士			
24	李春林	男	1981-10-26	副高	其他		博士			
25	耿新玲	女	1977-02-27	副高	其他	医学图像处理	博士			

26	梁莹	女	1988-03-26	副高	其他		博士			
27	陈熹	男	1986-03-12	中级	其他	流体力学	博士			
28	李珊珊	女	1985-08-11	中级	其他	生物物理	博士			
29	黄晓清	女	1982-09-11	中级	其他	生物物理	博士			
30	姬长金	男	1984-02-29	中级	其他	生物力学	博士			
31	樊婷婷	女		中级	其他	生物力学	博士			
32	刘红蕾	女	1989-01-19	中级	其他		博士			
33	郑文新	女	1980-05-09	中级	其他	数学	博士			
34	景斌	男	1986-08-01	中级	其他	生物医学工程	博士			
35	陶蕾	女	1979-03-22	中级	其他	医学图像处理	博士			
36	魏婧	女	1986-08-02	中级	其他		博士			
37	吴薇薇	女	1989-07-18	中级	其他	电子科学与技术	博士			

备注：

- (1) 专职人员：指经过核定的属于实验室编制的人员。
- (2) 职称只限填写正高、副高、中级、其它四类。
- (3) 实验室职务：实验室主任、实验室副主任、学术带头人、实验室联系人、其他。
- (4) 学术兼职：标明兼职机构团体名称、任职情况、任职时间等。

(5) 高端人才情况：是否院士、享受国务院特殊津贴专家、博士生导师、海外高层次人才、四类人才、国家杰出青年基金获得者、国家优秀青年科学基金获得者、长江学者、百人计划、科技北京领军人才、高聚工程人才、市科技新星。

2、人才引进

序号	类型\年度	2017		2018		2019	
		姓名	数量	姓名	数量	姓名	数量
1	四类人才	}	0		0	}	0

3、人才培养

序号	类型\年度	2017		2018		2019	
		姓名	数量	姓名	数量	姓名	数量
1	科技北京领军人才		0		0		0
2	科技新星		0		0		0
3	职称晋升		2		2		3
4	毕业博士		3		15		6
5	毕业硕士		11		4		14

备注：人才培养中博士、硕士指研究方向与实验室方向吻合，且在考评期内毕业的学生数量。

附件3 学术委员会召开情况表

1、学术委员会名单

序号	姓名	单位	职称	研究方向	学术委员会职务
1	龙勉	中科院力学所	正高	细胞与分子生物力学与工程	主任
2	邓小燕	北京航空航天大学	正高	流体力学、血流动力学	副主任
3	谭文长	北京大学	正高	生物力学、定量生理学、生物传热传质和粘弹性流体力学	副主任
4	刘志成	首都医科大学	正高	生物力学	委员
5	王广志	清华大学	正高	医学磁共振影像处理、影像引导手术（手术导航）、人体关节运动分析和关节置换研究、人体运动康复研究	委员
6	林丁	长沙爱尔眼科医院	正高	眼科	委员
7	沈惠良	首都医科大学宣武医院	正高	骨科	委员
8	蔺嫦燕	北京心肺血管疾病研究所	正高	心外科-生物力学	委员
9	张宽	首都医科大学	正高	生物力学	委员

10	黄亚奇	首都医科大学	正高	生物力学	委员
11	明东	天津大学	正高	脑科学与脑-机交互基础机理与前沿技术，及其面向物理医学与康复工程、智能医学与人机工程等重大领域的工程应用	委员

备注：学术委员会职务指主任、副主任和委员三类。

2、学术委员会召开情况

序号	时间	地点	学术委员会出席名单	学术委员会主要建议
1	2018-01	首都医科大学阶平楼491室	龙勉、邓小燕、王广志、沈惠良、林丁、刘志成、黄亚奇、张宽	实验室要在进一步提升学术论文数量基础上，重视高质量论文产出；要善于走出去利用优势资源进行合作；通过派遣青年教师进行国内外访学的形式促起成长；临床生物力学的应用研究可以拓展，但基础研究要聚焦。
2	2018-01	首都医科大学阶平楼491	龙勉研究员、沈惠良教授、王广志教授、陈斌教授、刘志成教授、黄亚奇教授	要抓住相关北京自然科学基金的新政策，帮助年轻人才获取科研项目尤其是重点项目的资助；扩宽申请基金项目的渠道，比如关注国际合作项目等；在研究方向上要突出本实验室的特色并形成自身的标签；要挖掘本实验各团队之间的契合点加强团队合作。
3	2019-12	首都医科大学阶平楼491	主任龙勉研究员，委员沈惠良教授、王广志教授、蔺嫦燕教授、刘志成教授、张宽教授	绩效考核报告要通过增量数据突出重点和亮点；要加强实验室队伍建设，尤其是中青年的比例及骨干人才培养；加强成果申报及转化，提高实验室知名度及影响力。

附件4 开放交流情况明细表

1、开放课题

序号	开放课题名称	负责人	职称	工作单位	年度	总经费（万元）
1	智能假肢膝关节的研制	李雨辰	初级	北京工道风行智能技术有限公司	2017	1.0
2	白内障超声乳化吸除术后早期角膜生物力学特性的变化	方薇	中级	首都医科大学宣武医院	2017	1.0
3	基于步态参数的膝关节功能评分表的优化研究	曾纪洲	高级	首都医科大学附属北京潞河医院	2017	1.0
4	压力变化下活体脉络膜结构观察及生物力学特性的研究	王亚星	中级	首都医科大学附属北京同仁医院，北京市眼科研究所	2017	1.0
5	OSA患者上气道内流动特性研究	贾来兵	高级	西北工业大学航海学院	2017	1.0

2、访问学者

序号	姓名	国别	单位	访问时间与成效
1	钱秀清	美国	杜克大学	时间：2018.11-2019.11；成效：学习细胞生物力学实验，研究青光眼致病机理，加强与DUKE大学生物医学工程系的合作
2	张海霞	英国	利物浦大学	时间：2019.8.20-2020.8.20 成效：学习眼生物工程数值计算方法，研究眼角膜在体力学性能评估方法，加强与利物浦大学工学院眼生物工程研究团队的交流与合作。

3、向社会开放

序号	开放时间	开放方式与成效
----	------	---------

4、学术会议交流：（仅限主/承办会议，参与性会议不予填写）

序号	学术会议名称	会议类别	时间	地点	会议主题
1	北京生物医学工程学会 生物力学专业委员会2016年度会议	国内	2017-1	首都医科大学	“临床与基础研究互动”
2	学术讲座	国内	2017-9	首都医科大学	儿童注意缺陷/多动障碍的ERP研究及fNIRS和ERP同步记录
3	学术讲座	国内	2017-9	首都医科大学	Brain-Machine-Interface—a Bridge between Human and the Machine
4	学术讲座	国内	2017-9	首都医科大学	生物医学电子与信息处理
5	学术讲座	国内	2017-10	首都医科大学	影像引导手术与医学图像处理
6	学术讲座	国内	2017-10	首都医科大学	反卷积在医学成像中的应用
7	学术讲座	国内	2017-10	首都医科大学	精准医学的内涵与发展
8	2018年（北京）细胞生物力学学术研讨会	国内	2018-04	首都医科大学	生物力学与力学生物学技术；细胞组织应力（拉力、压力、流体剪切力）培养、细胞组织机械特性测试分析、细胞组织自主伸缩力及刚度硬细胞组织三维灌注培养、技术交流等。

9	首医国际临床工程论坛——世界临床工程发展瞭望	国际	2018-10	首都医科大学	探讨国际临床工程的发展之路
10	第二届首都医科大学国际临床工程高峰论坛	国际	2019-10	首都医科大学宣武医院	创新与信用

备注：会议类别指国际会议和国内会议。

5、在国际会议做特邀报告

序号	学术会议名称	时间	地点	特邀报告主讲人	报告主题
1	4th international conference on Recent Advances and Controversies in the Measurement of Energy Metabolism	2017-08	Fribourg, Switzerland	张宽	Prediction of resting energy expenditure for pregnant women
2	第一届中欧医学创新与技术转化健康峰会	2019.8.25	法国里昂	杨智	Innovations in Image guided Interventions: Safety and Quality Issues
3	第三届世界医药健康信息学华语论坛(WCHIS 2019)	2019.8.26	法国里昂	杨智	医学影像导航技术应用研究

6、国际合作

序号	合作项目	合作单位	合作地点（国别）	时间	技术性收入（万元）
----	------	------	----------	----	-----------

附件5、绩效报告公示照片