



项目批准号	81774336
申请代码	H2710
归口管理部门	
依托单位代码	51000608A0283-0553



817743361007393

国家自然科学基金委员会 资助项目计划书

资助类别：面上项目

亚类说明：

附注说明：常规面上项目

项目名称：基于中医微观辨证运用疲劳断裂失效力学研究兔激素性股骨头坏死的
塌陷机制

直接费用：54万元 执行年限：2018.01-2021.12

负责人：庞智晖

通讯地址：广州市机场路16号

邮政编码：510405 电 话：02036591211

电子邮件：939763727@qq.com

依托单位：广州中医药大学

联系人：张坚 电 话：020-39358466

填表日期：2017年08月22日

国家自然科学基金委员会制



国家自然科学基金委员会资助项目计划书填报说明

- 一、项目负责人收到《关于国家自然科学基金资助项目批准及有关事项的通知》（以下简称《批准通知》）后，请认真阅读本填报说明，参照国家自然科学基金相关项目管理办法及《国家自然科学基金资助项目资金管理办法》（请查阅国家自然科学基金委员会官方网站首页“政策法规”-“管理办法”栏目），按《批准通知》的要求认真填写和提交《国家自然科学基金委员会资助项目计划书》（以下简称《计划书》）。
- 二、填写《计划书》时要求科学严谨、实事求是、表述清晰、准确。《计划书》经国家自然科学基金委员会相关项目管理部门审核批准后，将作为项目研究计划执行和检查、验收的依据。
- 三、《计划书》各部分填写要求如下：
 - （一）简表：由系统自动生成。
 - （二）摘要及关键词：各类获资助项目都必须填写中、英文摘要及关键词。
 - （三）项目组主要成员：计划书中列出姓名的项目组主要成员由系统自动生成，与申请书原成员保持一致，不可随意调整。如果批准通知中“项目评审意见及修改意见表”中“对研究方案的修改意见”栏目有调整项目组成员相关要求的，待项目开始执行后，按照项目成员变更程序另行办理。
 - （四）资金预算表：按批准资助的直接费用填报资金预算表和预算说明书，其中的劳务费、专家咨询费金额不应高于申请书中相应金额。国家重大科研仪器研制项目、重大项目还应按照预算评审后批复的直接费用各科目金额填报资金预算表、预算说明书及相应的预算明细表。
 - （五）正文：
 1. 面上项目、青年科学基金项目、地区科学基金项目：如果《批准通知》中没有修改要求的，只需选择“研究内容和研究目标按照申请书执行”即可；如果《批准通知》中“项目评审意见及修改意见表”中“对研究方案的修改意见”栏目明确要求调整研究期限和研究内容等的，须选择“根据研究方案修改意见更改”并填报相关修改内容。
 2. 重点项目、重点国际（地区）合作研究项目、重大项目、国家重大科研仪器研制项目：须选择“根据研究方案修改意见更改”，根据《批准通知》的要求填写研究（研制）内容，不得自行降低、更改研究目标（或仪器研制的技术性能与主要技术指标以及验收技术指标）或缩减研究（研制）内容。此外，还要突出以下几点：
 - （1）研究的难点和在实施过程中可能遇到的问题（或仪器研制风险），拟采用的研究（研制）方案和技术路线；
 - （2）项目主要参与者分工，合作研究单位之间的关系与分工，重大项目还需说明课题之间的关联；
 - （3）详细的年度研究（研制）计划。



3. 国家杰出青年科学基金、优秀青年科学基金和海外及港澳学者合作研究基金项目：须选择“根据研究方案修改意见更改”，按下列提纲撰写：
 - (1) 研究方向；
 - (2) 结合国内外研究现状，说明研究工作的学术思想和科学意义（限两个页面）；
 - (3) 研究内容、研究方案及预期目标（限两个页面）；
 - (4) 年度研究计划；
 - (5) 研究队伍的组成情况。
4. 国家自然科学基金基础科学中心项目：须选择“根据研究方案修改意见更改”，应当根据评审委员会和现场考察专家组的意见和建议，进一步完善并细化研究计划，作为评估和验收的依据。按下列提纲撰写：
 - (1) 五年拟开展的研究工作（包括主要研究方向、关键科学问题与研究内容）；
 - (2) 研究方案（包括骨干成员之间的分工及合作方式、学科交叉融合研究计划等）；
 - (3) 年度研究计划；
 - (4) 五年预期目标和可能取得的重大突破等；
 - (5) 研究队伍的组成情况。
5. 对于其他类型项目，参照面上项目的方式进行选择和填写。



简表

申请者信息	姓 名	庞智晖	性 别	男	出生年月	1972年12月	民 族	汉族
	学 位	博士			职称	主任医师		
	电 话	02036591211			电子邮件	939763727@qq.com		
	传 真				个人网页			
	工 作 单 位	广州中医药大学						
	所 在 院 系 所	第一附属医院						
依托单位信息	名 称	广州中医药大学					代码	51000608A0283
	联 系 人	张坚			电子邮件	zhangjian@gzucm.edu.cn		
	电 话	020-39358466			网站地址	www.gzhtcm.edu.cn		
合作单位信息	单 位 名 称							代 码
项目基本信息	项 目 名 称	基于中医微观辨证运用疲劳断裂失效力学研究兔激素性股骨头坏死的塌陷机制						
	资 助 类 别	面上项目				亚 类 说 明		
	附 注 说 明	常规面上项目						
	申 请 代 码	H2710:中医骨伤科				H2902:中西医结合临床基础		
	基 地 类 别							
	执 行 年 限	2018.01-2021.12						
	直 接 费 用	54万元						



项目摘要

中文摘要(500字以内):

疲劳断裂是材料在循环扰动作用下形成裂纹或完全断裂的发展过程。塌陷是股骨头坏死后的关键转归, 且是保守治疗和保髋手术治疗能否成功的核心判断点。作为一种力学行为, 本质为软骨下骨折的股骨头坏死塌陷同样适用于疲劳断裂失效力学研究。本项目拟在中医微观辨证理论的指导下, 通过有限元分析结合动物模型的生物力学实验和疲劳试验: ①通过生物力学实验探讨股骨头坏死区的材料参数以及失效模式参数; ②通过断裂失效理论的有限元分析探讨股骨头坏死塌陷模型的建立以及与生物力学实验的相互验证和优化; ③通过疲劳试验机进行疲劳断裂失效分析, 观察股骨头动态断裂过程中的微观破坏和裂纹拓展以及与有限元塌陷模型的相互验证; ④通过多元Logistic回归分析坏死区不同的微观状态与其有限元分析的塌陷趋势, 以及预测坏死股骨头寿命和寻求抗塌陷的力学关键点。探明股骨头坏死塌陷的力学机制, 为股骨头坏死的保守治疗和保髋手术治疗提供力学理论依据和新思路。

关键词: 股骨头坏死; 塌陷; 疲劳断裂; 有限元分析; 微观辨证

Abstract(limited to 4000 words):

Fatigue fracture is the development of the material under the action of cyclic disturbances to crack or fully fracture. Collapse is a key outcome after the Osteonecrosis of the femoral head, and is the core judgment point for the success of conservative treatment and hip joint preserving surgery. As a mechanical behavior, the collapse of Osteonecrosis of the femoral head whose nature is the subchondral fracture is also applicable to fatigue fracture mechanics. Under the guidance of microcosmic syndrome differentiation theory of TCM, finite element analysis combined with the biomechanical experiment and fatigue test of animal model: (1) The material parameters and failure mode parameters of femoral head necrosis were obtained by biomechanical experiment. (2) The finite element analysis based on fracture failure theory to explore the establishment of the femoral head necrosis model and the mutual validation and optimization of the biomechanical experiments. (3) Fatigue failure analysis was performed by the fatigue testing machine to observe the microscopic failure and crack propagation during the dynamic fracture of the femoral head (4) The multivariate logistic regression analysis of the different microcosmic states of the necrotic area and the trend of its finite element analysis, as well as the key points in predicting the life of necrotic femoral head and seeking to resist collapse. To explore the collapse mechanical mechanism of femoral head necrosis, for its conservative treatment and hip joint preserving surgery to provide mechanical theoretical basis and new ideas.

Keywords: osteonecrosis of the femoral head; collapse; fatigue fracture; Finite Element Analysis; Microscopic Syndrome Differentiation



项目组主要成员

编号	姓名	出生年月	性别	职称	学位	单位名称	电话	证件号码	项目分工	每年工作时间 (月)				
1	庞智晖	1972. 12	男	主任医师	博士	广州中医药大学	02036591211	440102197212130619	项目负责人	4				
2	林梓凌	1972. 11	男	主任医师	博士	广州中医药大学	020-36591211	440104197211201932	动物模型的疲劳断裂失效分析	4				
3	丁金勇	1971. 02	男	副主任医师	博士	广州中医药大学	020-36591211	13032219710216263X	指导动物模型建立	4				
4	戴雪梅	1974. 10	女	副主任护师	学士	广州中医药大学	13610361348	440111197410134860	相关数据分析	6				
5	魏秋实	1982. 07	男	主治医师	博士	广州中医药大学	13602407269	210123198207030414	数据统计与分析	7				
6	陈达	1986. 01	男	主治医师	博士	广州中医药大学	15202086986	440233198601253510	相关数据处理分析	8				
7	冯文俊	1988. 03	男	医师	硕士	广州中医药大学	13802446713	421125198803072015	数据统计与分析	8				
8	李鹏飞	1990. 10	男	博士生	学士	广州中医药大学	020-36591211	360781199010275518	建立股骨头坏死塌陷模型	10				
9	翟沛	1989. 12	男	博士生	硕士	广州中医药大学	15817145441	41050219891230051X	文献整理与分析	10				
10	陈心敏	1992. 01	男	硕士生	学士	广州中医药大学	13926019539	360721199201053639	收集影像资料	10				
总人数			高级		中级		初级		博士后		博士生		硕士生	
10			4		2		1				2		1	



国家自然科学基金项目直接费用预算表（定额补助）

项目批准号：81774336

项目负责人：庞智晖

金额单位：万元

序号	科目名称	金额
1	一、项目直接费用	54.0000
2	1、设备费	2.3500
3	(1)设备购置费	0.0000
4	(2)设备试制费	0.0000
5	(3)设备改造与租赁费	2.3500
6	2、材料费	11.5000
7	3、测试化验加工费	16.6500
8	4、燃料动力费	0.0000
9	5、差旅/会议/国际合作与交流费	4.0000
10	6、出版/文献/信息传播/知识产权事务费	8.7000
11	7、劳务费	10.8000
12	8、专家咨询费	0.00
13	9、其他支出	0.00
14	二、自筹资金	0.00



预算说明书（定额补助）

（请按《国家自然科学基金项目资金预算表编制说明》中的要求，对各项支出的主要用途和测算理由及合作研究外拨资金，单价 ≥ 10 万元的设备等内容进行详细说明，可根据需要另加附页。）

本项目申请经费共 54 万元，其中直接费用为 54 万元，具体经费如下：

1.设备费：共 2.35 万元

设备改造费：对研究过程中所需的 Mimics、Abaqus、Hypermesh 等有限元软件，视研究需要进行升级改造及系统维修或租赁，共约 2.35 万元。

2.材料费：共 11.5 万元

（1）兔购买费：预计 30 只 $\times 300$ 元/只=0.9 万元。

（2）兔饲养费及饲料费用：30 只兔分为 2 组，每组 15 只，整个实验过程共饲养 1 个月，每天饲养费为 10 元/只，饲料费用为 10 元/只。预计共费用 30 只 $\times 30$ 天/只 $\times (10$ 元/只+10 元/只)=1.8 万元。

（3）激素和病理学研究相关试剂、实验材料购买，共预计 5.28 万元。

（4）主要用于兔力学实验所需材料及试剂费用。包括实验所用夹具材料费用、手术用麻醉试剂、生理盐水等材料费用，预计花费 3.32 万元。

（5）数据储存工具及相关耗材费用，预计 0.2 万元。

3.测试/化验/加工费：共 16.65 万元

（1）CT 和 MRI（由广州中医药大学第一附属医院提供），用于扫描兔髌关节（含股骨头），CT 550 元/次，MRI 1000 元/次。费用约为 4.65 万。

（2）生物力学实验的测试费用，计划开展 10 组实验，每次测试费用花费约 0.2 万元，总计 0.2 $\times 10=2$ 万元；相关夹具等实验装置的加工费用 0.1 每次 $\times 10$ 组实验=1 万元。

（3）兔股骨头的疲劳试验费用，计划开展 10 组实验，每次测试费用花费约 0.5 万元，总计 0.5 $\times 10=5$ 万元；相关夹具等实验装置的加工费用 0.1 每次 $\times 10$ 组实验=1 万元。

（4）有限元分析费用，每次测试费用花费约 0.3 万元，总计 0.3 $\times 10=3$ 万元。

4.燃料动力费：共 0 元

水、电费用由依托单位统一提供。

5.差旅费/会议费/国际合作与交流费：共 4 万元

（1）用于项目相关调研、参加国内外会议所需的差旅。计划从项目开展第二年开始，每年参加国内举办的高水平国际会议，0.4 万元/人次 $\times 1$ 人次 $\times 3$ 年=1.2 万元。

（2）课题组成员赴港澳台及国外或港澳台专家及国外来内地进行课题合作需要的费用，约 2.8 万。

6.出版/文献/信息传播/知识产权事务费：共 8.7 万元

（1）国内期刊平均 4000 元/篇 $\times 5$ 篇=2 万；国外期刊平均 10000 元/篇 $\times 3$ 篇=3 万元。

（2）文献、资料打印、会议壁报印刷费等：0.3 万元/年 $\times 4$ 年=1.2 万元。

（3）研究相关书籍：0.05 万元/年 $\times 4$ 年=0.2 万元。

（4）文献检索费和分析费：约 1.5 万元。

（5）申请专利 2 项，预计 0.4 万元 $\times 2$ ，约 0.8 万元。

7.劳务费：共 10.8 万

用于直接参与本项目研究的研究人员劳务费：800 元/月/人 $\times 3$ 人 $\times 40$ 月=9.6 万元，因本项目对人员需求大，拟在一些工作量激增阶段再增加 1 名研究生以完成项目，800 元/月 $\times 15$ 月=1.2 万。

8.专家咨询费：无**9.其他支出：无**

项目负责人签字：

科研部门公章：

财务部门公章：



报告正文

研究内容和研究目标按照申请书执行。



国家自然科学基金资助项目签批审核表

	我接受国家自然科学基金的资助，将按照申请书、项目批准意见和计划书负责实施本项目（批准号：81774336），严格遵守国家自然科学基金委员会关于资助项目管理、财务等各项规定，切实保证研究工作时间，认真开展研究工作，按时报送有关材料，及时报告重大情况变动，对资助项目发表的论著和取得的研究成果按规定进行标注。 项目负责人（签章）： 年 月 日	我单位同意承担上述国家自然科学基金项目，将保证项目负责人及其研究队伍的稳定和研究项目实施所需的条件，严格遵守国家自然科学基金委员会有关资助项目管理、财务等各项规定，并督促实施。 依托单位（公章） 年 月 日					
本 栏 目 由 基 金 委 填 写	科学处审查意见：						
	建议年度拨款计划（本栏目为自动生成，单位：万元）：						
	年度	总额	第一年	第二年	第三年	第四年	第五年
	金额						
	科学部审查意见： 负责人（签章）： 年 月 日						
本 栏 目 主 要 用 于 重 大 项 目 等	相关局室审核意见： 负责人（签章）： 年 月 日						
	委领导审批意见： 委领导（签章）： 年 月 日						