

## 教学研究

## 引入原始文献阅读的《细胞生物学》教学改革

胡叶凡 蔡 亮\*

(复旦大学生命科学学院, 上海 200438)

**摘要** 为了培养创新科研人才, 国内外都在进行教学改革, 教学改革的重点是知识体系由简单记忆到融会贯通的转变。笔者在《细胞生物学》的课程教学中配套设计了相关原始文献的阅读, 通过举一反三, 帮助学生融会贯通。该文以课程教学中细胞内膜系统章节为例, 介绍文献阅读时可能出现的问题以及针对这些问题设计的教学策略, 并分享有关创新人才培养方面的教学体会。

**关键词** 细胞生物学教学; 原始文献; 生物膜; 促学; 创新

## Primary-Literature-Based Teaching to Facilitate Learning, A Case Study in Cell Biology

Hu Yefan, Cai Liang\*

*(School of Life Sciences, Fudan University, Shanghai 200438, China)*

**Abstract** To develop students' innovative and creative abilities, the educators over the world are practicing various approaches to facilitate students' learning. This education reform concentrates on the transformation of the cognitive system—from the knowledge-based system to the action-based system. In one chapter of the course Cell Biology, we selected three original research articles in the field of cellular membrane and vesicle trafficking as the class reading material. These articles emphasize three topics: the assembly of ribosomes on the membrane, the translocation of nascent peptide chains across the membrane and the transport of proteins by vesicles respectively. We focus on the teaching to facilitate literature reading and share our experience in achieving high level of learning.

**Keywords** cell biology; primary literature; membrane; facilitate learning; innovation

培养拔尖创新人才被列入《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010–2020年)》<sup>[1]</sup>。创新人才培养是高校的核心任务, 而目前培养体系不健全则是亟待解决的问题, 尽管国际上有很多案例可供借鉴, 但还需结合国内具体情况进行分析。在参考了国内外相关教学改革之后, 结合本校具体情况, 我们作了初步尝试, 视为一个系统性改革的开始。

改革首先要分析传统教学的优与劣。传统意

义上, 自然科学教学是以知识点记忆为核心, 在生命科学教学中尤为突出, 但这种教学思路有其局限性。掌握知识固然是科学研究的基础, 但科学研究最终是要创造知识。传统教学在这一环节的缺失不利于培养本科生创新能力。科学教学(Scientific Teaching)最终要能让学生能掌握主动学习策略, 并能真正理解科研过程<sup>[2]</sup>。

何处才是突破点? 要创造知识, 必须先运用

收稿日期: 2016-12-26 接受日期: 2017-03-09

教育部高等教育司2016“基础学科拔尖学生培养试验计划”资助的课题

\*通讯作者。Tel: 021-51630726, E-mail: cail@fudan.edu.cn

Received: December 26, 2016 Accepted: March 9, 2017

This work was supported 2016 “Bajian Plan”, Department of Higher Education, Ministry of Education

\*Corresponding author. Tel: +86-21-51630726, E-mail: cail@fudan.edu.cn

网络出版时间: 2017-05-24 17:44:30 URL: <http://kns.cnki.net/kcms/detail/31.2035.Q.20170524.1744.006.html>

知识。教会学生如何灵活地运用知识是高校本科生教学中首先需要解决的课题。灵活地运用知识不是简单通过做题目来体现,而是通过参与具体科研项目来体现。为了理解和分析科研项目,首先要培养文献阅读能力。通过对原始文献的举一反三,促进学生对知识的融会贯通,以推动创新人才的培养。

## 1 在教学中引入文献阅读

国外教育工作者早已经在自然科学的教学中引入文献阅读<sup>[3]</sup>,以帮助各层次的学生了解科学研究的实际过程。为了适应高中生<sup>[7]</sup>、本科生<sup>[8]</sup>和研究生<sup>[9]</sup>不同层级的教学,近几年有不少关于阅读方法的讨论<sup>[4-6]</sup>。

直接采取国外这些策略,虽然可以使学生的文献阅读能力有所提升,但却在不同程度上存在“水土不服”的现象。研究生教学的要求是能够读懂数据,能够对文章内容进行进一步分析<sup>[9]</sup>;教学目标是提高研究生的自主科研的能力以及批判性思维的能力<sup>[10]</sup>,与学生培养目标一致。针对本科生,套用研究生的教学模式显然不妥:一方面,低年级本科生文献阅读的能力弱,难以独立进行文献阅读;另一方面,本科生的基础知识薄弱,尚不具备独立数据分析能力,欠缺对文章内容进行进一步分析的能力。

现有的本科生阶段文献阅读教学的传统形式有两种。(1)以问题导向(question-asking)的经典文献阅读<sup>[7,9]</sup>,主要培养学生收集信息、整理信息和参与科学研究的能力,尤其是对于缺乏科学实验训练的学生而言,问题导向可以让他们较快地学会科研的思考方式。但是,科学研究不仅限于提出问题,在文献中更多的是如何回答问题。在文献阅读教学中,应该兼顾科学研究中“提问-回答”这两个环节。(2)以小组讨论和展示为基本形式的Journal Club<sup>[11]</sup>,主要培养低年级学生文献阅读能力(相互讨论可以降低各自的阅读负担)和学生之间交流和沟通能力。但是,这种形式的缺点也比较明显。这是因为,以学生为主,难以保证文献阅读理解和文献展示的质量都能达到既定的教学目标。

近年来,又有教育工作者陆续提出以下两种文献阅读的教学策略。(1)Hoskins等<sup>[12]</sup>提出了本科生文献阅读的CREATE策略,即采取思考(consider)、阅读(read)、理解假设(elucidate the hypotheses)、分析并解释数据(analyze and interpret the data)和考虑

进一步实验(think of the next experiment)的策略,进行原始文献的阅读与学习,以培养学生多样的思维模式<sup>[13]</sup>,帮助学生树立正确的自我评价模式和科研方法<sup>[14]</sup>。这种策略很有借鉴意义。但是,本科教学课堂时间有限,在进行文献阅读训练时,全面的“分析解释数据”和“思考进一步实验”就显得比较困难。现阶段低年级本科生的教育沿袭了“宽口径、厚基础”的传统,对于具体的实验细节实际上了解得并不是很多,缺乏实验基础会严重影响CREATE教学法的效果。(2)Round和Campbell<sup>[15]</sup>提出了以实验数据为核心的原始文献阅读策略(Data-Centered Approach),这一策略考虑了本科生在面对密集的材料、陌生的术语、实验技术细节时的困境,强调抓住实验数据主干。但是,理解实验细节存在困难并不意味着全部放弃,尤其是实验技术细节对于文献内容的理解至关重要,完全略去不妥。

综上,考虑到中国现阶段的本科生教学的实际情况,既不能片面学习国外的方法,也不能简单沿用研究生的方法,应该在兼顾基础教学的同时,让学生真正学会阅读文献,注意知识运用能力的培养,并适当关注实验技术细节。

## 2 本科生文献阅读教学的现状

我们在《细胞生物学》课程教学中引入原始文献阅读,首先要解决现有文献阅读教学中的问题。我们发现,低年级本科生文献阅读教学存在以下问题。(1)专业英语词汇量不足。细胞生物学及分子生物学涉及大量专业英语词汇,低年级本科生词汇量的匮乏势必会影响对文献的理解。(2)相关领域背景知识不足。以《细胞生物学》课程为例,特别是涉及具体实验时,低年级本科生因相关知识了解不足,对文献理解造成偏差。如文献中常用技术——血清饥饿法模拟细胞胁迫环境,学生无法理解仅仅是因为缺乏对细胞培养基各成分的认识。(3)抽象文本理解能力不足。不少学生在阅读过程中反馈如下现象:在专业词汇和背景知识足够的情况下,依然不理解文章内容,觉得思路过于跳跃,导致“每个单词都认识,但理解句子却困难重重”,这实际上是对上下文逻辑关系理解的困难,是科研思维缺乏的表现。(4)实验数据解读能力不足。文献往往将多个“实验组-对照组”组合在一张小图,将多张小图组合成一张大图,用以阐明一个结论。学生会纠结在对照组的数

据, 而无法理清各图与对应结论之间的关系。

同时, 低年级本科生在文献阅读存在以下的误区。(1)将英文文献通篇翻译成中文, 再行阅读; (2)单篇文章花几天读完, 读了后面忘了前面, 没有整体, 理解更无从谈起; (3)过分关注最终实验的结果和文章结论, 忽略了文章中各个实验间的逻辑关联。

我们在《细胞生物学》教学过程中引入原始文献阅读, 并针对上述问题提出了适合于国内学生的教学策略, 下面将围绕《细胞生物学》教学中的具体案例分享教学时的一些心得体会。

### 3 文献阅读的教学策略与教学目标

#### 3.1 文献阅读的教学策略

文献阅读不仅是一种知识的输入, 更应该是知识消化之后的输出。若想要培养创新人才, 就应该让学生主动从知识的接收者变为知识的创造者, 这样才能做到创新。结合国内外的相关经验, 针对低年级本科生教学的特点, 我们在引导本科生阅读文献时关注如下几点。

(1)让学生明确阅读的关键在于把握文章主线。这就要求学生做到“好读书, 不求甚解”, 不过分深究英文文献原文的字句。阅读后, 通过图表和小标题把握文章的主线, 要能将一篇文章的核心内容用中文总结成一句话。这是为了提升学生抽象文本理解能力。

(2)让学生了解图表的重要性。一方面, 实验设计是科学研究过程中不可缺少的环节, 阅读原始文献可以学习实验设计的基本方法; 另一方面, 对于图表的理解有助于培养学生数据分析和整合的能力。在一篇研究论文中, 最重要的实验结果往往可以浓缩在一两张图表之中。理解了这一两张图表, 可以大致把握和理解论文最主要的实验结论。阅读后, 要能将多张实验数据图中最核心的一张找出来, 这是为了提升学生实验数据解读能力。

(3)有选择地让学生理解文章中使用的实验技术。对于本科生而言, 全面挖掘相关实验背景和实验技术细节是有难度的。这部分应由教师在学生阅读前进行讲授, 而后学生通过阅读原始文献, 对相关实验技术会有更切实的体会, 弥补了课本可能存在的不足, 这有利于学生感受科学研究的实际过程, 激发学生投身科学研究的热情, 有针对性地弥补学生对相关领域背景内容了解不足。

综上, 在文献阅读教学中要重视低年级本科生对“一句话、一幅图、一种方法”的掌握。其中, “一句话、一幅图”是对于学生在知识输出方面的补充, 而“一种方法”是对于学生在知识输入方面有针对性的加强。这样才能让学生先学会“举一”, 再逐步做到“反三”。

#### 3.2 文献阅读的教学目标

针对低年级本科生教学的特点, 我们在引导本科生阅读文献时希望能够达到以下目标。

(1)培养批判性的思维模式, 破除对知识的“迷信”。文献阅读与传统教学是不同的, 教材的结论是完善的、严谨的, 学生确实通过记忆就能完成考试、拿到高分; 与教材不同, 文献存在不完善的地方, 这能够引导学生积极思考并深入理解文本, 进行批判性地学习。

(2)树立积极的科研价值观, 破除“唯影响因子论”。实践是检验真理的唯一标准, 而不是期刊的影响因子。正确的科研价值观, 往往比科研发现本身更加重要。在本科教学中, 让学生学会客观地评价研究成果, 养成用事实说话的习惯, 这是万众创新所亟需的土壤。

(3)鼓励学生实践创新的过程。科学发现不是一蹴而就的, 而是站在巨人肩膀上的创新, 后面的创新是基于前面的铺垫。通过对历史上重要科研工作的回顾, 讨论一篇重要科研论文之前的发现, 引导学生思考相关重要工作如何拓展, 并鼓励学生去搜索之后的论文验证自己的猜测。虽然是知识的“再发现”, 对于学生却是实践创新的过程。

通过对原始文献阅读和讨论, 使学生了解研究人员在特定历史环境中做出科学发现的经过, 加深对课堂教学知识点的理解; 通过对文献上下文内容因果关系的讨论, 促进学生逻辑思维的养成; 通过对文献中数据多角度的理解, 训练学生的辩证思维, 养成学生灵活运用知识的习惯。最终使得学生能够通过阅读文献进行主动学习, 真正做到“举一反三”。

### 4 引入原始文献阅读的教学模块设计

#### 4.1 《细胞生物学》课程细胞内膜系统模块概述

笔者所在的生命科学学院本科生《细胞生物学》课程的教学时长为48学时, 围绕细胞生物学技术、细胞内部结构及功能和细胞的社会环境与相互作用三个部分展开, 额外增设32学时文献研讨班作

为选修课程,修读与课堂教学内容大致吻合,但有所侧重(详见[https://actin.cn/file/hyfl\\_appendix.pdf](https://actin.cn/file/hyfl_appendix.pdf))。例如,细胞生物学技术就可略去,同时在《细胞生物学》课程同步提供相关文献,并鼓励没有选修文献研讨班的学生参与文献讨论。

以细胞内膜系统为例,在《细胞生物学》理论课的课程设计中预计用8学时讲授相关知识点:从生物膜的基本结构和膜结构细胞器到跨膜运输、蛋白质分选和囊泡转运。真核生物的内膜系统相关知识,尤其是对于膜的概念的把握一直是《细胞生物学》教学的重点和难点。对此,在文献研讨班上同步阅读三篇文献以促进理解。

第一篇是Günter Blobel小组<sup>[16]</sup>于1973年发表于《The Journal of Cell Biology》、题为“Ribosome-membrane interaction: nondestructive disassembly of rat liver rough microsomes into ribosomal and membranous components”的文章,讨论了核糖体与膜的关系,解答核糖体组装的动态过程(图1)。

第二篇是Tom A. Rapoport小组<sup>[17]</sup>于1992年发表于《Cell》、题为“A mammalian homolog of Sec61p and SecYp is associated with ribosomes and nascent polypeptides during translocation”的文章。

第三篇是James E. Rothman小组<sup>[18]</sup>于1997年发表于《Cell》、题为“Bidirectional transport by distinct populations of COPI-coated vesicles”的文章,讨论了蛋白质通过囊泡转运的方向。

这三篇文章都为生物膜的研究开启了新的方向,具有重大的学术价值。所选择的文章中使用的

实验技术相对简单,而实验设计十分巧妙,同时也是对信号肽假说、蛋白质分选、囊泡转运这三个知识点之间重要工作的补充。以下仅对第一篇文章展开阐述,另有对三篇文章的解读和对内在关系的梳理详见[https://actin.cn/file/hyfl\\_appendix.pdf](https://actin.cn/file/hyfl_appendix.pdf)。

#### 4.2 从核糖体到细胞内膜——以核糖体与内膜的交互(ribosome-membrane interaction)为例

在细胞内膜系统模块,所选择的上述第一篇文章<sup>[16]</sup>,讨论核糖体与膜的关系,解答核糖体组装的动态过程。这一方面作为前一模块细胞质与核糖体模块的拓展,另一方面也可以视作是细胞内膜系统模块的开端。此文长达24页,学生通篇翻译成中文的可能性很小,可以有效引导学生主动形成文章整体认识,重视文章的行文逻辑。

文献阅读,首先是摘要(Abstract)部分。这里就提出了文章的主线,该文的核心问题是探明核糖体与内质网的连接方式,到底是什么介导了核糖体与膜的连接?教师在接下来就应该有意识地引导学生按照论文的主线展开讨论。

接着是引言(Introduction)部分,主要是文章背景的分析,教师介绍这一块主要围绕下面两点展开。(1)这篇文章涉及的问题是如何提出的?(2)这篇文章是建立在哪些前期工作的基础上?该文所研究的核糖体组装是G. Blobel长期关注的问题。在他从事博士后工作时,有观点认为,蛋白质分选是依靠mRNA与不同蛋白质结合。G. Blobel与David D. Sabatini使用了SDS-PAGE分析了游离核糖体和内质网结合核糖体的蛋白质组分,未见显著差异。因此,

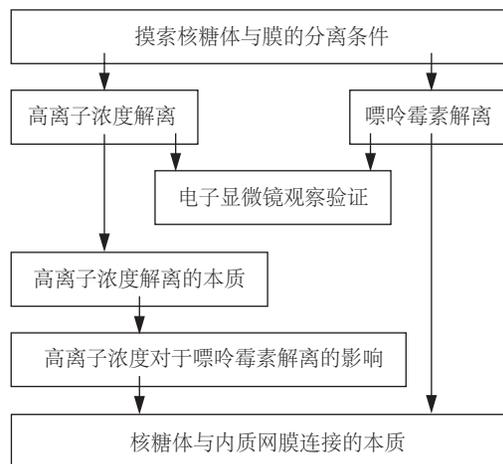


图1 G. Blobel等发表的关于核糖体在膜上组装的论文的思路结构(根据参考文献[16]修改)

Fig.1 The framework of G. Blobel's article associated with the ribosomes assembly on the membrane published (modified from reference [16])

他们猜测,不是mRNA,而是转录初生产物决定了蛋白质的去向<sup>[17]</sup>。1971年,二人共同提出了信号假说的基本设想,即肽链具有一段信号序列,可被内质网上的结合因子识别并结合,引导肽链与内质网膜结合<sup>[18]</sup>。1972年,Bernhard Dobberstein在G. Blobel工作基础上进一步深入研究核糖体及其上的新生肽链与膜的连接方式。1973年,该文发表以回答核糖体的动态组装。

接下来是实验材料和方法(Materials and Methods),这里有关材料制备等一般实验技术可以进行快速介绍,但要挑出一个重要的技术详细展开,要求学生理解:(1)实验技术是基于什么原理?(2)为什么要使用这个实验技术,有何优劣?该文的核心实验方法是离心,首先差速离心分离的是物理性质差别较大的核组分、线粒体组分,从而得到去线粒体上清(post-mitochondrial supernatant),再利用蔗糖密度梯度离心分离物理性质类似、密度差别较小的粗面微粒体(rough microsomes)、滑面微粒体(smooth microsomes)与游离核糖体。这两种离心的区别在于分离的范围和分离的精度:差速离心分离范围较大,但不够精细;蔗糖密度梯度离心恰巧弥补这一点。

该文的主线是探寻核糖体和膜分离的条件,行文思路如图1所示。通过这张图可以让学生抓住文章主干与核心。通过两种不同分离条件(高离子浓度以及嘌呤霉素)得出核糖体与内质网连接方式有两种。(1)大亚基与膜直接连接;(2)以新生肽链连接大小亚基与膜。为此,作者设计了多组实验,验证这两种作用是否独立,实际上就是为了最终指向一个可能的假设:大小亚基与膜以新生肽链连接是可能的。

那么,这样就可让学生很快找到核心图片(图2),教师针对图片主要围绕下面两点展开。(1)核心图片的结果是什么?(2)该结果与主线结果之间的联系是什么?原文中,作者使用放射性亮氨酸标记新生肽链,观察新生肽链从核糖体的释放;未解离的核糖体存在于离心的沉淀部分,而释放的新生肽链在离心的上清部分。如图2所示,作者比较了低浓度和高浓度KCl、有无去污剂处理时新生肽链从核糖体的释放。去污剂处理相关知识已在课程中有所提及:使用双性的去污剂分子,彻底破坏膜结构,吸附在膜上的分子全部进入上清,测量该体系内可被检测到的所有新生肽链的量。实验发现,无论是低浓度还是高浓度KCl溶液处理,未加入嘌呤霉素时,放射性

的新生肽链始终与mRNA的分布相对一致;而加入嘌呤霉素后,新生肽链不会因为盐浓度的不同而与mRNA有不同的分布。由此可知,嘌呤霉素依赖的新生肽链的释放与KCl的浓度无关。该结果否定了其他假设,从而证明主线结果的正确。

图3很好地总结了作者当年的发现:一部分翻译不活跃或者产生肽链过短的核糖体在高浓度KCl下解离(无嘌呤霉素);当加入嘌呤霉素后,拥有较长肽链的核糖体及已经完成翻译的核糖体将完全脱离,低浓度KCl条件下新生肽链脱离核糖体但核糖体不从内质网膜上解离,只有在高浓度KCl条件下失去新生肽链的核糖体才解离。从而得出全文结论:核糖体是通过新生肽链和其他较弱的作用力结合到膜上去的。

引入此文献后,很容易引发学生思考:蛋白质合成过程中核糖体是怎么连接到生物膜上去的呢?为什么要结合到膜上?自然地将教学内容从核糖体的组成及蛋白质的合成过渡到蛋白质的分选,引出了信号肽假说及其相关教学内容(相关文献解读详见[https://actin.cn/file/hyfl\\_appendix.pdf](https://actin.cn/file/hyfl_appendix.pdf))。

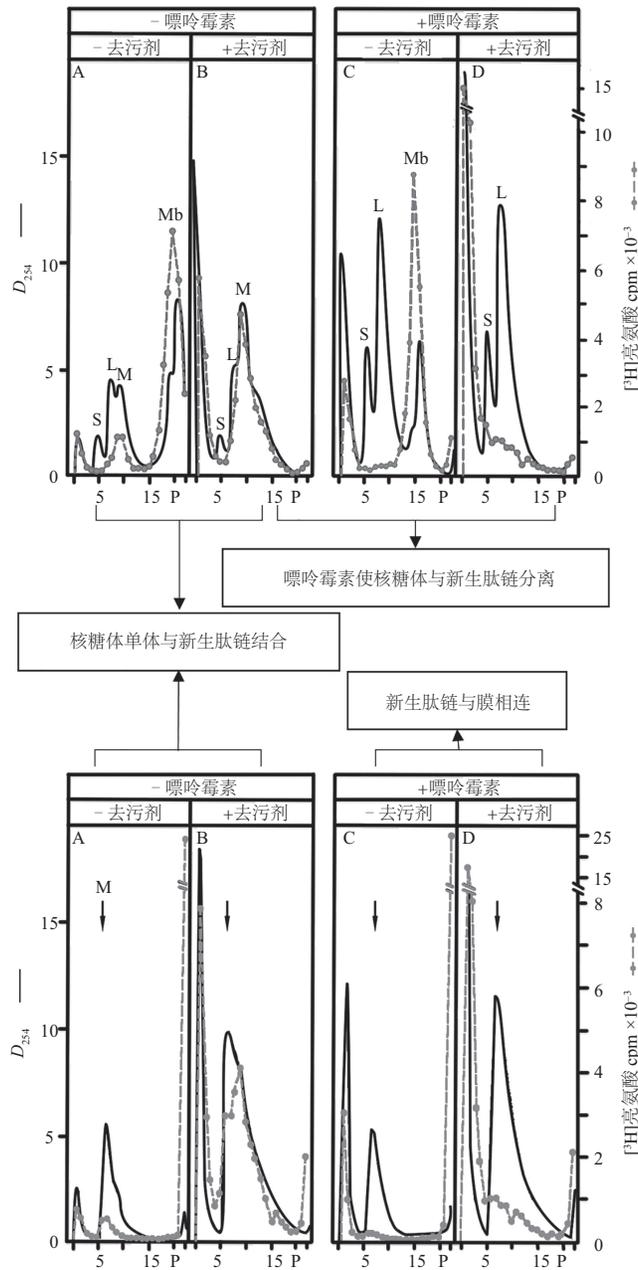
## 5 总结

在生命科学领域,《细胞生物学》既是基础学科,也是研究前沿,这要求《细胞生物学》的教学应该同时注重基础和创新。我们在《细胞生物学》课程教学中引入原始文献阅读,对学生创新能力的培养进行了尝试。通过介绍文章背景,引发学生兴趣;通过介绍实验技术,帮助学生巩固相关知识,并结合实验技术的具体使用,让学生领会实验设计技巧;通过分析核心图片,引导学生理解文献的论证逻辑,学会阅读文献;通过引导讨论,引发学生进一步思考,完成对知识的“再发现”。在教师的引导下,学生主动学习,举一反三,逐步培养创新能力。据此提出了本科生阅读文献应该重视“一句话、一幅图、一种方法”的要领。

通过引入原始文献阅读,我们希望以此为改革的开始,培养学生的批判性思维,提高学生的创新能力。

## 参考文献 (References)

- 1 中华人民共和国国务院. 国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010-2020年)[The State Council of PRC. Outline of the national plan for medium and long-term education reform and



上图示低浓度KCl处理, 样品C和D添加嘌呤霉素, 样品B和D用去污剂处理。无嘌呤霉素处理组, 对比无去污剂处理组与有去污剂处理组(对比上图样品A和B), 加入去污剂核糖体组分与膜分离增加, 同时新生肽链与核糖体单体共定位。而嘌呤霉素处理组(对比上图样品D和B), 新生肽链不与核糖体结合, 释放到上清中去。下图示高浓度KCl处理, 基本实验操作与上图基本相同。结果发现, 无嘌呤霉素处理组中, 加入去污剂后(对比下图样品B和A), 新生肽链不再与膜组分共定位, 而与核糖体共定位。嘌呤霉素处理组中(下图样品C和D), 新生肽链不与核糖体的大小亚基共定位, 加入去污剂后(对比下图样品D和C), 新生肽链自膜组分释放到上清液中去。P示离心产生的微粒, 箭头M所示为80S核糖体单体的位置, S示核糖体小亚基, L示核糖体大亚基, Mb示膜相关组分。

The figure above was treated at low KCl. Samples C and D were treated with puromycin, while samples B and D were diluted by detergent. In puromycin-free groups, more 80S ribosomes were released from the membrane with detergent (sample B above) than without detergent (sample A above), while nascent peptides and ribosomal monomers were co-localized in the same fractions. In puromycin-treated group (compared sample D with B), nascent peptides were released from ribosomes to the supernatant. The figure below was treated at high KCl. The experimental protocol was generally identical with that above. The results shows that detergent made the nascent peptides co-localized with ribosomes (sample B) instead of membranous components (sample A) in puromycin-free groups. In puromycin-treated groups (samples C and D below), the nascent peptides and ribosomal subunits were localized in different fractions. Nascent peptides were released from membrane (sample C) into supernatant (sample D) with detergent. P means the pellet; the small arrow (M) shows the position of ribosomal monomer (80S), while S and L mean the small and large ribosomal subunit respectively; Mb indicates membranous components.

图2 放射性同位素和吸光度检测嘌呤霉素处理的粗面微粒体上的新生肽链的释放(根据参考文献[16]修改)

Fig.2 Release of ribosomal nascent chains by treatment of rough microsomes with puromycin (modified from reference [16])

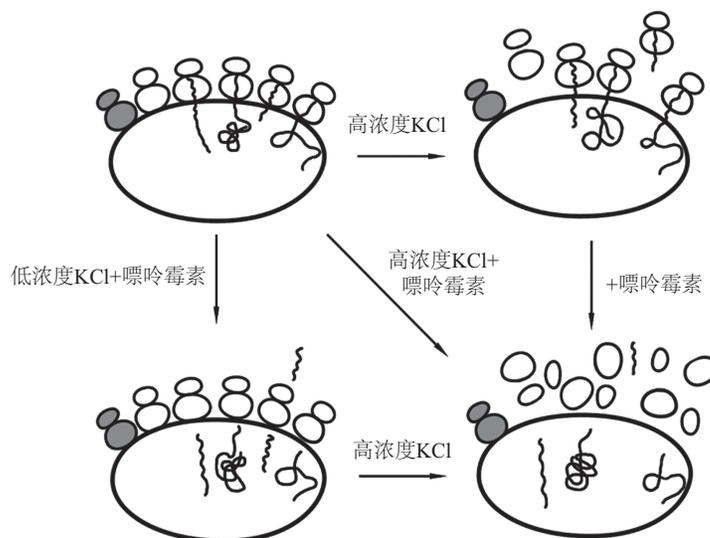


图3 核糖体从生物膜上不同解离方式(嘌呤霉素介导解离和/或高浓度KCl介导解离)(根据参考文献[16]修改)

**Fig.3 Schematic model of ribosome-membrane interaction in rat liver rough microsomes and of the mode of action of puromycin and/or high KCl (modified from reference [16])**

- development (2010-2020)], 2010.
- 2 Handelsman J, Ebert-May D, Beichner R, Bruns P, Chang A, DeHaan R, *et al.* Scientific teaching. *Science* 2004; 304(5670): 521-2.
  - 3 Fikes LE. Advanced organic chemistry: Learning from the primary literature. *J Chem Educ* 1989; 66(11): 920.
  - 4 Murray TA. Teaching students to read the primary literature using POGIL activities. *Biochem Mol Biol Educ* 2014; 42(2): 165-73.
  - 5 Stevens C. The cognitive neuroscience of sign language: Engaging undergraduate students' critical thinking skills using the primary literature. *J Undergrad Neurosci Educ* 2015; 14(1): A66-73.
  - 6 McDonough V. Improving journal club: Increasing student discussion and understanding of primary literature in molecular biology through the use of dialectical notes. *Biochem Mol Biol Educ* 2012; 40(5): 330-2.
  - 7 Brill G, Yarden A. Learning biology through research papers: A stimulus for question-asking by high-school students. *Cell Biol Educ* 2003; 2(4): 266-74.
  - 8 赵祥强, 陈曹逸. 利用经典文献优化《遗传学》双语教学. *遗传 (Zhao Xiangqiang, Chen Caoyi. Improvement of the bilingual teaching of genetics using classic papers. Hereditas)* 2009; 31(4): 434-8.
  - 9 马占芳, 牛焕双. 经典文献分析在研究生教学中的应用. *首都师范大学学报(自然科学版)[Ma Zhanfang, Niu Huangshuang. Analysis of classic literature in graduate teaching. Journal of Capital Normal University (Natural Science Edition)]* 2011; 32(4): 19-22.
  - 10 Abdullah C, Parris J, Lie R, Guzdar A, Tour E. Critical analysis of primary literature in a master's-level class: Effects on self-efficacy and science-process skills. *CBE-Life Sci Educ* 2015; 14(3): ar34.
  - 11 DebBurman SK. Learning how scientists work: Experiential research projects to promote cell biology learning and scientific process skills. *Cell Biol Educ* 2002; 1(4): 154-72.
  - 12 Hoskins SG, Stevens LM, Nehm RH. Selective use of the primary literature transforms the classroom into a virtual laboratory. *Genetics* 2007; 176(3): 1381-9.
  - 13 Hoskins SG, Lopatto D, Stevens LM. The CREATE approach to primary literature shifts undergraduates' self-assessed ability to read and analyze journal articles, attitudes about science, and epistemological beliefs. *CBE-Life Sci Educ* 2011; 10(4): 368-78.
  - 14 Stevens LM, Hoskins SG. The CREATE strategy for intensive analysis of primary literature can be used effectively by newly trained faculty to produce multiple gains in diverse students. *CBE-Life Sci Educ* 2014; 13(2): 224-42.
  - 15 Round JE, Campbell AM. Figure facts: Encouraging undergraduates to take a data-centered approach to reading primary literature. *CBE-Life Sci Educ* 2013; 12(1): 39-46.
  - 16 Adelman MR, Sabatini DD, Blobel G. Ribosome-membrane interaction. Nondestructive disassembly of rat liver rough microsomes into ribosomal and membranous components. *J Cell Biol* 1973; 56(1): 206-29.
  - 17 Görlich D, Prehn S, Hartmann E, Kalies KU, Rapoport TA. A mammalian homolog of Sec61p and SecYp is associated with ribosomes and nascent polypeptides during translocation. *Cell* 1992; 71(3): 489-503.
  - 18 Orci L, Stamnes M, Ravazzola M, Amherst M, Perrelet A, Söllner TH, *et al.* Bidirectional transport by distinct populations of COPI-coated vesicles. *Cell* 1997; 90(2): 335-49.