

目录

一、生物实验室中的安全操作	2
1.1 标本容器的相关操作	2
1.2 移液管和移液辅助器的使用	2
1.3 避免感染性物质的扩散	3
1.4 生物安全柜的使用	3
1.5 避免感染性物质的食入以及与皮肤和眼睛的接触	4
1.6 避免感染性物质的注入	4
1.7 离心机的使用	4
1.8 匀浆器、摇床、搅拌器和超声处理器的使用	5
1.9 组织研磨器的使用	6
1.10 冰箱与冰柜和培养箱的维护和使用	6
1.11 标本的收集、标记和运输	6
1.12 打开标本管和取样	6
1.13 玻璃器皿和“锐器”	6
1.14 用于显微镜观察的盖玻片和涂片	6
1.15 自动化仪器（超声处理器、涡旋混合器）	7
二、合理膳食与营养平衡	7
2.1 营养平衡	7
2.2 膳食平衡	8
三、生物实验室 120 种有毒物质	16
四、实验室生物安全的重要性	28
4.1 人类历史上的重大疾病	28
4.2 实验室历史上的感染事件	28
4.3 实验室感染的危害性	29
4.4 实验室生物安全管理	30
4.5 实验室生物安全相关概念	31
4.6 生物安全防护	34
4.7 生物安全实验室建设和管理原则	34
4.8 实验室生物安全管理体系	35
五、生物实验的消毒和灭菌	37
5.1 定义	37
5.2 实验室材料的清洁	38
5.3 化学杀菌剂	38
5.4 清除局部环境的污染	43
5.5 清除生物安全柜的污染	43
5.6 洗手/清除手部污染	44
5.7 热力消毒和灭菌	44
5.8 紫外线杀菌	45
六、生物类废物的处理方法	45
七、生物实验室的废弃物处理	45

一、生物实验室中的安全操作

1.1 标本容器的相关操作

标本容器可以是玻璃的，但最好使用塑料制品。标本容器应当坚固，正确地用盖子或塞子盖好后应无泄漏。在容器外部不能有残留物。容器上应当正确地粘贴标签以便于识别。标本的要求或说明书不能够卷在容器外面，而是要分开放置，最好放置在防水的袋子里。

标本在设施内的传递为了避免意外泄漏或溢出，应当使用盒子等二级容器，并将其固定在架子上使装有标本的容器保持直立。二级容器可以是金属或塑料制品，应该可以耐高压灭菌或耐受化学消毒剂的作用。密封口最好有一个垫圈，要定期清除污染。

标本接收需要接收大量标本的实验室应当安排专门的房间或空间。

打开包装接收和打开标本的人员应当了解标本对身体健康的潜在危害，并接受过如何采用标准防护的培训，尤其是处理破碎或泄漏的容器时更应如此。标本的内层容器要在生物安全柜内打开，并准备好消毒剂。

1.2 移液管和移液辅助器的使用

- 1、应使用移液辅助器，严禁用口吸取。
- 2、所有移液管应带有棉塞以减少移液器具的污染。
- 3、不能向含有感染性物质的溶液中吹入气体。
- 4、感染性物质不能使用移液管反复吹吸混合。
- 5、不能将液体从移液管内用力吹出。
- 6、刻度对应（Mark-to-mark）移液管不需要排出最后一滴液体，因此最好使用这种移液管。
- 7、污染的移液管应该完全浸泡在盛有适当消毒液的防碎容器中。移液管应当在消毒剂中浸泡适当时间后再进行处理。
- 8、盛放废弃移液管的容器不能放在外面，应当放在生物安全柜内。

9、有固定皮下注射针头的注射器不能够用于移液。

10、在打开隔膜封口的瓶子时，应使用可以使用移液管的工具，而避免使用皮下注射针头和注射器。

11、为了避免感染性物质从移液管中滴出而扩散，在工作台面应当放置一块浸有消毒液的布或吸有消毒液的纸，使用后将其按感染性废弃物处理。

12、受污染的移液管放在适宜的消毒剂中浸泡和高压消毒锅中消毒灭菌，再用自来水冲洗及去离子水冲净。

1.3 避免感染性物质的扩散

1、为了避免被接种物洒落，微生物接种环的直径应为 2~3mm 并完全封闭，柄的长度应小于 6cm 以减小抖动。

2、使用封闭式微型电加热器消毒接种环，能够避免在本生灯的明火上加热所引起的感染性物质爆溅。最好使用不需要再进行消毒的一次性接种环。

3、干燥痰液标本时要注意避免生成气溶胶。

4、准备高压灭菌和 / 或将被处理的废弃标本和培养物应当放置在防漏的容器内（如实验室废弃物袋）。在丢弃到废弃物盛器中以前，顶部要固定好（如采用高压灭菌胶带）。

5、在每一阶段工作结束后，必须采用适当的消毒剂清除工作区的污染。

1.4 生物安全柜的使用

1、应参考国家标准和相关文献，对所有可能的使用者都介绍生物安全柜的使用方法和局限性。应当发给工作人员书面的规章、安全手册或操作手册。特别需要明确的是，当出现溢出、破损或不良操作时，安全柜就不再能保护操作者。

2、生物安全柜运行正常时才能使用。

3、生物安全柜在使用中不能打开玻璃观察挡板。

4、安全柜内应尽量少放置器材或标本，不能影响后部压力排风系统的气流循环。

5、安全柜内不能使用本生灯，否则燃烧产生的热量会干扰气流并可能损坏过滤器。

允许使用微型电加热器，但最好使用一次性无菌接种环。

6、所有工作必须在工作台面的中后部进行，并能够通过玻璃观察挡板看到。

7、尽量减少操作者身后的人员活动。

8、操作者不应反复移出和伸进手臂以免干扰气流。

9、不要使实验记录本、移液管以及其他物品阻挡空气格栅，因为这将干扰气体流动，引起物品的潜在污染和操作者的暴露。

10、工作完成后以及每天下班前，应使用适当的消毒剂对生物安全柜的表面进行擦拭。

- 11、在安全柜内的工作开始前和结束后，安全柜的风机应至少运行 5min。
- 12、在生物安全柜内操作时，不能进行文字工作。
- 13、通过在生物安全柜内人工产生微生物（枯草杆菌芽孢），在生物安全柜外用培养皿采集枯草杆菌芽孢判定生物安全柜对工作人员的防护能力。

1.5 避免感染性物质的食入以及与皮肤和眼睛的接触

- 1、微生物操作中释放的较大粒子和液滴（直径大于 $5\mu\text{m}$ ）会迅速沉降到工作台面和操作者的手上。实验室人员在操作时应戴一次性手套，并避免触摸口、眼及面部。
- 2、不能在实验室内饮食和储存食品。
- 3、在实验室里时，嘴里不应有东西——钢笔、铅笔、口香糖。
- 4、不应在实验室化妆。
- 5、在所有可能产生潜在感染性物质喷溅的操作过程中，操作人员应将面部、口和眼遮住或采取其他防护措施。

1.6 避免感染性物质的注入

- 1、通过认真练习和仔细操作，可以避免破损玻璃器皿的刺伤所引起的接种感染。应尽可能用塑料制品代替玻璃制品。
- 2、锐器损伤（如通过皮下注射针头、巴斯德玻璃吸管以及破碎的玻璃）可能引起意外注入感染性物质。
- 3、以下两点可以减少针刺损伤：（a）减少使用注射器和针头（可用一些简单的工具来打开瓶塞，然后使用吸管取样而不用注射器和针头）；（b）在必须使用注射器和针头时，采用锐器安全装置。
- 4、不要重新给用过的注射器针头戴护套。一次性物品应丢弃在防 / 耐穿透的带盖容器中。
- 5、应当用巴斯德塑料吸管代替玻璃吸管。

1.7 离心机的使用

- 1、在使用实验室离心机时，仪器良好的机械性能是保障微生物安全的前提条件。
- 2、应按照操作手册来操作离心机。
- 3、离心机放置的高度应当使小个子工作人员也能够看到离心机内部，以正确放置十字轴和离心桶。
- 4、离心管和盛放离心标本的容器应当由厚壁玻璃制成，或最好为塑料制品，并且在

使用前应检查是否破损。

- 5、用于离心的试管和标本容器应当始终牢固盖紧（最好使用螺旋盖）。
- 6、离心桶的装载、平衡、密封和打开必须在生物安全柜内进行。
- 7、离心桶和十字轴应按重量配对，并在装载离心管后正确平衡。
- 8、操作指南中应给出液面距离离心管管口需要留出的空间大小。
- 9、空离心桶应当用蒸馏水或乙醇（异丙醇，70%）来平衡。盐溶液或次氯酸盐溶液对金属具有腐蚀作用，因此不能使用。
- 10、对于危险度 3 级和 4 级的微生物，必须使用可封口的离心桶（安全杯）。
- 11、当使用固定角离心转子时，必须小心不能将离心管装得过满，否则会导致漏液。
- 12、应当每天检查离心机内转子部位的腔壁是否被污染或弄脏。如污染明显，应重新评估离心操作规范。
- 13、应当每天检查离心转子和离心桶是否有腐蚀或细微裂痕。
- 14、每次使用后，要清除离心桶、转子和离心机腔的污染。
- 15、使用后应当将离心桶倒置存放使平衡液流干。
- 16、当使用离心机时，可能喷射出可在空气中传播的感染性颗粒。如果将离心机放置在传统的前开式的 I 级或 II 级生物安全柜内，这些粒子由于运动过快而不能被安全柜内的气流截留。而在 III 级生物安全柜内封闭离心时，可以防止生成的气溶胶广泛扩散。但是，良好的离心操作技术和牢固加盖的离心管可以提供足够的保护，以防止感染性气溶胶和可扩散粒子的产生。

1.8 匀浆器、摇床、搅拌器和超声处理器的使用

- 1、实验室不能使用家用（厨房）匀浆器，因为它们可能泄漏或释放气溶胶。使用实验室专用搅拌器和消化器更为安全。
- 2、盖子、杯子或瓶子应当保持正常状态，没有裂缝或变形。盖子应能封盖严密，衬垫也应处于正常状态。
- 3、在使用匀浆器、摇床和超声处理器时，容器内会产生压力，含有感染性物质的气溶胶就可能从盖子和容器间隙逸出。由于玻璃可能破碎而释放感染性物质并伤害操作者，建议使用塑料容器，尤其是聚四氟乙烯（polytetrafluoroethylene, PTFE）容器。
- 4、使用匀浆器、摇床和超声处理器时，应该用一个结实透明的塑料箱覆盖设备，并在用完后消毒。可能的话，这些仪器可在生物安全柜内覆盖塑料罩进行操作。
- 5、操作结束后，应在生物安全柜内打开容器。
- 6、应对使用超声处理器的人员提供听力保护。

1.9 组织研磨器的使用

- 1、拿玻璃研磨器时应戴上手套并用吸收性材料包住。塑料（聚四氟乙烯）研磨器更加安全。
- 2、操作和打开组织研磨器时应当在生物安全柜内进行。

1.10 冰箱与冰柜和培养箱的维护和使用

- 1、冰箱、低温冰箱和干冰柜应当定期除霜和清洁，应清理出所有在储存过程中破碎的安瓿和试管等物品。清理时应戴厚橡胶手套并进行面部防护，清理后要对内表面进行消毒。
- 2、储存在冰箱内的所有容器应当清楚地标明内装物品的科学名称、储存日期和储存者的姓名。未标明的或废旧物品应当高压灭菌并丢弃。
- 3、应当保存一份冻存物品的清单。
- 4、除非有防爆措施，否则冰箱内不能放置易燃溶液。冰箱门上应注明这一点。
- 5、恒温培养箱的使用最高温度为 60℃。

1.11 标本的收集、标记和运输

- 1、始终遵循标准防护方法，所有操作均要戴手套。
- 2、应当由受过培训的人员来采集病人或动物的血样。
- 3、在静脉抽血时，应当使用一次性的安全真空采血管取代传统的针头和注射器，因为这样可以使血液直接采集到带塞的运输管和 / 或培养管中。用完后自动废弃针头。
- 4、装有标本的试管应置于适当容器中运至实验室，在实验室内部转运也应这样。检验申请单应当分开放置在防水袋或信封内。
- 5、接收人员不应打开这些袋子。

1.12 打开标本管和取样

- 1、应当在生物安全柜内打开标本管。
- 2、必须戴手套，并建议对眼睛和黏膜进行保护（护目镜或面罩）。
- 3、在防护衣外面要再穿上塑料围裙。
- 4、打开标本管时，应用纸或纱布抓住塞子以防止喷溅。

1.13 玻璃器皿和“锐器”

- 1、尽可能用塑料制品代替玻璃制品。只能用实验室级别（硼硅酸盐）的玻璃，任何破碎或有裂痕的玻璃制品均应丢弃。
- 2、不能将皮下注射针作为移液管使用。

1.14 用于显微镜观察的盖玻片和涂片

用于显微镜观察的血液、唾液和粪便标本在固定和染色时，不必杀死涂片上的所有微

生物和病毒。应当用镊子拿取这些东西，妥善储存，并经清除污染或高压灭菌后再丢弃。

1.15 自动化仪器（超声处理器、涡旋混合器）

- 1、为了避免液滴和气溶胶的扩散，这些仪器应采用封闭型的。
- 2、排出物应当收集在封闭的容器内进一步高压灭菌或废弃。
- 3、在每一步完成后应根据操作指南对仪器进行消毒。

二、合理膳食与营养平衡

2.1 营养平衡

人类依靠地球上各种生物资源，因地、因时制宜地发展富有独特风格的民族膳食，并能够以多种不同的方式和各种不同的食品构成营养，都是为了获得同一个结果，即通过膳食得到人们所需要的全部营养，而且既有足够的数量，又有适当的比例。概括起来，人体对营养的最基本要求是：

1. 供给热量和能量，使其能维持体温，满足生理活动和从事劳动的需要；
2. 构成身体组织，供给生长、发育及组织自我更新所需要的材料；
3. 保护器官机能，调节代谢反应，使身体各部分工作能正常进行。

食物的营养功用是通过它所含有的营养成分来实现的，这些有效成分就叫营养素。它们包括：蛋白质、脂肪、碳水化合物(又叫糖类)、维生素、矿物质(微量元素)、以及水和食物纤维。

已知人体必需的物质约有 50 种左右。而现实没有一种食品能按照人体所需的数量和所希望的适宜配比提供营养素。因此，为了满足营养的需要，必须摄取多种多样的食品，找出最有益并且可口的食品配比。经验证明，健康人按照科学建议数量摄入营养素，未见营养缺乏症。

膳食所提供的营养（热能和营养素）和人体所需的营养恰好一致，即人体消耗的营养与从食物获得的营养达成平衡，这称为营养平衡。

唐代医生孙思邈最早认识到：不吃惊杂食，单吃白米，得脚气病(或叫维生素 B 缺乏症)。人们通过长期实践认识到，没有任何一种天然食物能包含人体所需要的各类营养素。即使像乳、蛋这类公认的营养佳品，也难免“美中不足”。如婴儿赖以生长的乳类就缺乏铁质。半岁婴儿如不适时增补铁质的辅食，就会发生营养性贫血。又比如鸡蛋，营养可谓“丰富”，但缺乏人体所需要的维生素 C。所以单靠一种食物，不管数量多大，都不可能维护人体健康。这就是说，吃饱了肚子并不意味着就有了足够的营养，除非所吃进的

食物还含有人体所需要的各种营养成分。反过来也一样，质虽精但量不足，同样不可能维护健康、促进生长。因此，要保证合理营养，食物的品种应尽可能多样化，使热量和各种营养素数量充足、比例恰当，过度和不足都将造成不良后果。营养过度，其后果比肥胖本身还严重。营养缺乏会造成营养性水肿，以及贫血、夜盲、脚气病、糙皮病、坏血病、佝偻病等一系列疾病。总之，营养不良(过度和缺乏)所造成的后果是严重的。因此，饮食必须有节，讲究营养科学。

我们的祖先很早就已经注意到人们的饮食与医疗、健康之间有着非常密切的关系。早在 2000 多年前的有关史籍中就有了记载，如《黄帝内经·素问》中即将食物分为四大类，并以“养”、“助”、“益”、“充”来代表每一类食物的营养价值和在膳食中的合理比例。还提出了“饮食有节……，饮食以时，饥饱得中”等认识。但在历史发展的长河中，亦出现过各种偏见。有些人一谈起营养，应强调多吃鱼、肉、蛋、奶等动物性食品，认为这类食品吃得越多营养就越好，这是不符合平衡膳食的观点的。人体对营养素的需要是多方面的，而且有一定量的要求，经常食用过多的动物性食品，对人体健康并不利，往往会成为某种肿瘤和心血管疾病的诱因。还有人认为，食物越贵，营养就越好，这也是对营养知识的理解不够全面。因为，从营养角度来看，食物的营养价值与价格不总是平行的，相反，有的价钱便宜的食物，其营养价值反而较高。如胡萝卜与冬笋等。

那么，怎样才算营养合理呢?从营养学观点来看，就是一日三餐所提供的各种营养素能够满足人体的生长、发育和各种生理、体力活动的需要，也就是膳食调配合理，达到膳食平衡的目的。主食有粗有细，副食有荤有素，既要有动物性食品和豆制品，也要有较多的蔬菜，还要经常吃些水果。这样，才能构成合理营养。

2.2 膳食平衡

要健康体魄，首先，必须在人体的生理需要和膳食营养供给之间建立平衡的关系，也就是平衡膳食。

平衡膳食需要同时在几个方面建立起膳食营养供给与机体生理需要之间的平衡：热量、营养素构成平衡，氨基酸平衡，各种营养素摄入量之间平衡及酸碱平衡，动物性食物和植物性食物平衡。否则，就会影响身体健康，甚而导致某些疾病发生。

热量营养素构成平衡

碳水化合物、脂肪、蛋白质均能为机体提供热量，称为热量营养素。当热量营养素提供的总热量与机体消耗的能量平衡时；当三种热量营养素的摄入量的比例为 6.5:1:0.7，分别给机体提供的热量为：碳水化合物约占 60%-70%、脂肪约占 20%-25%、蛋白质约占 10%-15% 时，各自的特殊作用发挥并互相起到促进和保护作用，这种总热量平衡，热量比

例（或热量营养素摄入量的比例）也平衡的情况称为热量营养素构成平衡。热量营养素供给过多，将引起肥胖、高血脂和心脏病，过少，造成营养不良，同样可诱发多种疾病，如贫血、结核、癌症等。

三种热量营养素是相互影响的，总热量平衡时，比例不平衡，也会影响健康。碳水化合物摄入量过多时，增加消化系统和肾脏负担，减少了摄入其他营养素的机会。蛋白质热量提供过多时，则影响蛋白质正常功能发挥，造成蛋白质消耗，影响体内氨平衡。当碳水化合物和脂肪热量供给不足时，就会削弱对蛋白质的保护作用。

要时时达到生活工作的热量需求，通常，一日三餐热量分配应为：早餐占 30%，午餐占 40%，晚餐占 30%，以保证一天的热平衡。

氨基酸平衡

食物中蛋白质的营养价值，基本上取决于食物中所含有的 8 种必须氨基酸的数量和比例。只有食物中所提供的 8 种氨基酸的比例，与人体所需要的比例接近时才能有效地合成人体的组织蛋白。比例越接近，生理价值越高，生理价值接近 100 时，即 100% 被吸收，称为氨基酸平衡食品。除人奶和鸡蛋之外，多数食品都是氨基酸不平衡食品。所以，要提倡食物的合理搭配，纠正氨基酸构成比例的不平衡，提高蛋白质的利用率和营养价值。

各种营养素摄入量间的平衡

不同的生理需要、不同的活动、营养素的需要量不同，加之各种营养素之间存在着错综复杂的关系，造成各种营养素摄入量间的平衡难于把握。中国营养学会制定了各种营养素的每日供给量。只要各种营养素在一定的周期内，保持在标准供给量误差不超过 10%，营养素摄入量间的平衡就算达到了。

酸碱平衡

正常情况下人血液偏碱性，PH 值保持在 7.3-7.4 之间。应当食用适量的酸性食品和碱性食品，以维持体液的酸碱平衡，当食品若搭配不当时，会引起生理上的酸碱失调。

酸性食品摄入过多，血液偏酸、颜色加深、黏度增加，严重时会引起酸中毒，同时增加体内钙、镁、钾等离子的消耗，而引起缺钙。这种酸性体质，将影响身体健康。

酸性食品有：蛋黄、大米、鸡肉、鳗鱼、面粉、鲤鱼、猪肉、牛肉、干鱿鱼、啤酒、花生等。

碱性食品有：海带、蔬菜、西瓜、萝卜、茶叶、香蕉、草莓、南瓜、四季豆、黄瓜、藕等。

动物性食物和植物性食物平衡（荤素平衡）

荤素食物，前者含有后者较少甚至缺乏的营养成分，如维生素 B12 等，常吃素者易

患贫血、结核病。素食，含纤维素多，抑制锌、铁、铜等重要微量元素的吸收，含脂肪过少。常吃素，危害儿童发育（特别是脑发育），导致少女月经初潮延迟或闭经。也可祸及老人，引起胆固醇水平过低而遭受感染与癌症的侵袭。

荤食也不可过量，高脂肪与心脏病、乳腺癌、中风等的因果关系早有定论。荤素平衡，以脂肪在每日三餐热量中占 25%~30%为宜。

营养素

食物里面含有许多物质，医学上把这些东西叫做营养素。人体所需要的营养素有：碳水化合物、脂肪、蛋白质、维生素、无机盐和微量元素，以及水和膳食纤维。

蛋白质

人的生长发育、细胞更新、身体损伤的修复离不开蛋白质。因为它是构成细胞的主要物质；蛋白质还可以转变成糖和脂肪，作为备用能量；在人体执行抵抗疾病、向器官组织运输血液中的氧等生理功能时，蛋白质也扮演重要角色。富含蛋白质的食物主要有动物性食品(肉、禽、鱼、蛋、奶)和豆类食品。

脂肪

脂肪是组成人体细胞的重要成份，有提供和储存能量，帮助人体吸收脂溶性维生素，保护脏器和保温作用。

脂肪酸是结构最简单的脂肪，分为饱和脂肪酸和不饱和脂肪酸两种。一般来说，动物脂肪含饱和脂肪酸多，植物油含不饱和脂肪酸多。富含脂肪的食物有动物油、植物油、肉类、油料作物的种子等。

碳水化合物

碳水化合物指的是糖类，是人体内最主要的供给能量物质，人的大脑的能量完全来源于葡萄糖。

糖类分简单和复合糖。简单糖有蔗糖、葡萄糖、麦芽糖等。复合糖包括淀粉、糖原、糊精、膳食纤维。复合糖主要来源根谷类、薯类、豆类等食物中。

维生素

维生素是人体必需的营养素，每天需要量很少，但必须经常由食物供给。它们包括：维生素 A、D、K、维生素 B6、B12、维生素 PP、维生素 C、叶酸等。

人体缺少哪种维生素，就会得这种维生素缺乏症：

维生素 A 缺乏：可患夜盲症、泪腺分泌受阻；呼吸道易受感染；皮肤干燥、粗糙等。

维生素 D 缺乏：儿童易患佝偻病，成人可引起骨质软化或骨质疏松。

维生素 B1 缺乏：可引起便秘、抑郁症、食欲不振、脚气病、腿肚子抽筋等。维生素 B2 缺乏：表现为害怕强光、视力疲劳、眼睛发炎；嘴角开裂、舌炎等。维生素 B6 缺乏：可患贫血、食欲不振、神经炎、抽搐等。

维生素 B12 缺乏：神经系统损害。

尼克酸缺乏：易急躁、失眠、头痛。叶酸缺乏：可患贫血。

泛酸缺乏：可使消化障碍、体弱。

但如果身体中某种维生素含量过高，又会发生维生素中毒。

维生素 A 的主要食物来源有动物肝脏、奶及奶制品、鸡蛋、绿色和黄色蔬菜。

维生素 D 的主要食物来源有鱼肝油，照射阳光有利于皮肤中的物质转化为维生素 D。

维生素 B1 主要来源于动物心脏、肝、肾、脑、瘦肉、蛋类、各类的种皮等。

无机盐

无机盐是人体内除有机化合物外的统称，含量较多的有钙、镁、钾、钠、磷、氯、硫 7 种元素。

钙的主要食物来源有奶及奶制品、虾皮、海带、骨粉等。钾的主要食物来源有玉米、小米、豆类、芹菜等。

微量元素

已被确认与人体健康和生命有关的必需微量元素有 16 种，即铁、铜、锌、钴、锰、铬、硒、碘、镍、氟、钼、钒、锡、硅、锶、硼。每种微量元素都有其特殊的生理功能。尽管人体对它们的需要量很小，但它们对维持人体中的一些决定性的新陈代谢都是十分必要的。一旦缺乏这些必需的微量元素，人体就会出现疾病，甚至危及生命。

膳食纤维

植物性食物中含有一些不能被人体消化酶所分解的物质，它们不能被机体吸收，但都是维持身体健康所必需的，这就是膳食纤维。纤维素在大肠内能吸收水分而增加体积，膨胀后增加肠蠕动，减少粪便在肠道内滞留，这对防治便秘及肠癌大有裨益。纤维素食物中含有的果胶可以吸收胆汁酸并将其排出体外，使得体内胆固醇减少，从而能预防动脉硬化等心血管疾病。此外，坚持多吃纤维素的食物还能降低血糖，减少胰岛素用量，对防治糖尿病有一定作用。

膳食纤维主要来源于粮谷、豆类种皮和糠，水果和蔬菜。合理膳食

合理膳食也就是合理营养或平衡膳食。合理营养是根据各类营养的功用，合理地掌握膳食中各种食物的质和量及比例搭配合理，并符合卫生要求，使人体的营养生理需要与人体膳食摄入的各种营养物质之间建立平衡关系。符合合理营养要求的膳食即是平衡膳食。

讲究营养科学

人们通过长期实践认识到，没有任何一种天然食物能包含人体所需要的各类营养素，单靠一种食物，不管数量多大，都不可能维护人体健康。因此，要保证合理营养，食物的品种应尽可能多样化，使热量和各种营养素数量充足，比例恰当，过度和不足都将造成不良后果。所以，饮食必须有节，讲究营养科学。

食物金字塔

食物金字塔由四层组成，底层是由谷类食物(如米饭、面包、馒头、面条等)组成，我们每天应该吃得最多。第二层是蔬菜和水果，每天要吃得更多一些。第三层由肉、蛋、奶、家禽、鱼、豆腐构成，每天应吃得适量。第四层是油和糖，我们每天应吃的量最少。

我们应该按照食物金字塔的比例来选择食物，要保证品种多样化和均衡膳食。这样才能满足儿童青少年生长发育的需要及保证成年人的健康。

膳食指南

(1) 饮食多样化，吃些粗杂粮；(2) 饮食规律，不暴饮暴食，多吃些豆类和坚果类食物；(3) 多吃新鲜蔬菜和水果；(4) 限制含脂肪高的食物摄入；(5) 每周最好能吃 2~3 次鱼或鸡肉；(6) 每日最多食用一个鸡蛋；(7) 控制食盐和含盐(钠)食物摄入；(8) 适当增加奶制品摄入；(9) 适度饮酒，控制体重。合理安排一日三餐，每人都要安排一日三餐，每餐的热能分配以早餐占全日总热能的 30%，午餐占 40%，晚餐占 30%较合适。

不良饮食习惯

1、零食：不少儿童终日瓜子、糖果等食品吃不离口，没有正常的饮食规律，消化系统没有建立定时进食的条件反射，使胃肠得不到休息，故可引起食欲减退，影响进食，久之，造成各种营养素缺乏。

2、偏食：不爱吃荤菜的人，优良蛋白质的来源会大大受到限制，偏吃荤菜的人，又会导致热量过剩和各种维生素及无机盐的缺乏。

3、暴食：大吃大喝，不但可引起胃肠功能紊乱，还可诱发各种疾病，如急性胃扩张，胃下垂等。油腻食物迫使胆汁和胰液的大量分泌，有发生胆道疾病和胰腺炎的可能。这些疾病会严重影响人体对营养素的摄取。

4、快餐：“狼吞虎咽”不仅加重了胃的负担，容易发生胃炎和胃溃疡，而且由于食物咀嚼不细，必然导致食物消化吸收不全，从而造成各种营养素的损失。

5、烫食：太烫的食物，容易烫伤舌头、口腔粘膜、食道等，对牙齿也可造成损害，

食道烫伤留下的瘢痕和炎症，会影响营养素的吸收。

6、咸食：爱吃咸食的人，每天食盐量大大超过正常人需要的水平，由于体内钠的滞留，体液增多，血液循环量增加而使心肾负担过重，故可引起高血压等症。

不宜长期吃素食

在人们平时常吃的食物中，优质蛋白质绝大部分是由动物性食品提供。如果长期吃素食，易缺乏优质蛋白质，严重者可患蛋白质缺乏症，如下肢和上身水肿，甚至会出现心悸、全身乏力、形体消瘦、发育不良等。另外，动物性食品还含丰富的卵磷脂及脂溶性维生素 A、维生素 D、维生素 B2、优质钙和铁等，如果长期素食，必然会影响这些脂类、维生素、钙、铁的摄入，这些都是人体生长发育、保持健康不可缺少的物质，因此，不宜长期吃素食。

动物油与植物油

动物油和植物油含有不同的成份。动物油主要含有饱和脂肪酸，植物油主要含有不饱和脂肪酸。一般认为饱和脂肪酸易导致动脉硬化。

动物油和植物油是脂溶性维生素的主要来源。动物油主要含有维生素 A 和维生素 D，这两种维生素和人的生长发育有密切关系。植物油里主要含维生素 E 和维生素 K，这两种维生素和血液、生殖系统的功能密切相关。

动物油含有较多的胆固醇，它在人体内有重要的功能，但中老年人摄入过多，容易得动脉硬化、高血压等疾病。植物油非但不含胆固醇，而且还能阻止人体吸收胆固醇。

植物油所含的必需脂肪酸比动物油高，必需脂肪酸是人体新陈代谢不可缺少的物质，同时它对防止动脉硬化还有一定作用。

精米白面的缺陷

人们常吃的米、面，其营养成分绝大部分存在于它们的皮层和谷胚内，精米白面在加工的过程中，维生素 A、维生素 B1、维生素 B2、钙、磷、铁和粗纤维几乎全部损失掉。如长期只吃精米、白面的主食，不吃一点粗粮，会造成营养缺乏。

每天吃多少盐

一般认为，成年人每天约需要食盐 2~3 克，最多不要超过 7 克。食盐过多，会增加心肾功能负担，科学研究还证实，食盐过量与高血压有密切关系。

如何看待营养滋补品的营养价值

从食物金字塔的结构上可以看出，在这上面没有营养滋补品的位置，因为它不是人体所必需的，对提高孩子的智力并没有多大作用。所以不要盲目地去购买营养滋补品。

蔬菜和水果的营养价值

含丰富的矿物质，如钙、铁、镁、铜等；

含大量的维生素 C 和其它维生素；

含丰富的纤维素；

含有易被人体吸收的糖类及蛋白质、少量脂肪类等。 饮食防癌

维生素 A 和胡萝卜素，能阻止、延缓或使癌前病变消退，对上皮组织细胞的正常分化有较大控制作用。维生素 A 的食物来源为动物肝脏、蛋黄、奶油及鱼肝油。含胡萝卜素多的食物为深绿色和黄红色的蔬菜和水果。

维生素 C 具有抗癌作用，富含维生素 C 的食物是新鲜蔬菜与水果。

膳食纤维，有助于致癌物的排出，可减少结肠癌的发生，富含膳食纤维的食物是粗粮、豆类、蔬菜、水果。

低脂肪饮食可预防乳腺癌和结肠癌。少食煎炸、烟熏、腌制、炭火烤等烹制方法制作的食品，炸食品的油不要反复使用。不吃霉变和烤焦的食物。

一般情况下，一天需要的营养，应该均摊在三餐之中。每餐所摄取的热量应该占全天总热量的 1/3 左右，但午餐既要补充上午消耗的热量，又要为下午的工作、学习提供能量，可以多一些。所以，一日三餐的热量，早餐应该占 25-30%，午餐占 40%，晚餐占 30-35%。那么，一日三餐应怎样安排呢？

人们常说“早吃好，午吃饱，晚吃少”这一养生经验是有道理的。早餐不但要注意数量，而且还要讲究质量。主食一般吃含淀粉的食物，如馒头、豆包、玉米面窝头等，还要适当地增加一些含蛋白质丰富的食物，如牛奶、豆浆、鸡蛋等，使体内的血糖迅速升高到正常或超过正常标准，从而使人精神振奋，能精力充沛地工作学习。午餐应适当多吃一些，而且质量要高。主食如米饭，馒头、玉米面发糕、豆包等，副食要增加些富含蛋白质和脂肪的食物，如鱼类、肉类、蛋类、豆制品等，以及新鲜蔬菜，使体内血糖继续维持在高水平，以保证下午的工作和学习。晚餐要吃得少，以清淡、容易消化为原则，至少要在就寝两个小时进餐。如果晚餐吃得过多，并且吃进大量含蛋白质和脂肪的食物，不容易消化也影响睡眠。

另外，人在夜间不活动，吃多了易营养过剩，也会导致肥胖，还可能使脂肪沉积到动脉血管壁上，导致心血管疾病，故应合理安排一日三餐。 成年人每日食谱里包括的四类食物

一类为奶类

如牛奶、奶酪、含有钙质、蛋白质，可以强健骨骼和牙齿，每日饮 250-500 毫升牛奶为宜。

二类为肉类

包括各种肉类、家禽、水产类及蛋，含有蛋白质、脂肪，促进人体新陈代谢，增强抵抗力，每日约 4-6 两为宜。

三类为蔬菜、水果类

含有丰富的维生素、矿物质、糖类和纤维素，增强人体抵抗力，畅通肠胃，每日最少要吃 1 斤新鲜蔬菜及水果。

四类为五谷类

如米、面，含有淀粉物质，主要供应人体的能量，满足日常活动所需，每日约 5-8 两为宜。

（注意：每人每天食盐不超过 6 克，菜肴以清淡为宜。）十个字：一二三四五红黄绿白黑

一二三四五

“一”指每天喝一袋牛奶（酸奶），内含 250 毫克钙，可以有效地改善我国膳食钙摄入量普遍偏低的状态。

“二”指每天摄入碳水化合物 250~350 克，相当于主食 6~8 两，各人可依具体情况酌情增减。

“三”指每天进食 3 份高蛋白食物。

每份指：瘦肉 50 克；或鸡蛋 1 个；或豆腐 100 克；或鸡鸭 100 克；或鱼虾 100 克。“四”指四句话：

有粗有细（粗细粮搭配）；

不甜不咸

（广东型膳食每天摄盐 6~7 克；上海型 8~9 克；北京型 14~15 克；东北型 18~19 克。以广东型最佳，上海型次之）；

三四五顿

（指在总量控制下，进餐次数多，有利防治糖尿病、高血脂）；七八分饱。

“五”指每天 500 克蔬菜及水果，加上适量烹调油及调味品。

红黄绿白黑

“红”指每天可饮红葡萄酒 50~100 毫升，以助增加高密度脂蛋白及活血化瘀，预防动脉粥样硬化。

“黄”指黄色蔬菜，如胡萝卜、红薯、南瓜、西红柿等，其中含丰富的胡萝卜素，对儿童和成人均有提高免疫力的功能。

“绿”指绿茶及深绿色的蔬菜。

饮料以茶最好，茶以绿茶为佳。据中国预防医学科学院研究，绿茶有明确的预防肿瘤和抗感染作用。

“白”指燕麦粉或燕麦片。

据研究证实，每天进食 50 克燕麦片，可使血胆固醇水平下降，对糖尿病更有显著疗效。

“黑”指黑木耳。每天食黑木耳 5~15 克，能显著降低血粘度与血胆固醇，有助于预防血栓形成。

三、生物实验室 120 种有毒物质

- (1) Tris 吸入，摄入，皮肤吸收可造成伤害。戴好手套和护目镜。
- (2) 氨基乙酸：吸入，摄入，皮肤吸收可造成伤害。戴好手套和护目镜。避免吸入尘埃。
- (3) X-半乳糖 (X-gal)：对眼睛和皮肤有毒性。使用粉剂时遵循常规注意事项。应注意的是，X-gal 溶液是在一种有机溶剂 (DMF) 中制备的。
- (4) β -半乳糖苷酶：有刺激性，可产生过敏反应。吸入，摄入，皮肤吸收可造成伤害。戴好手套和护目镜。
- (5) 苯二胺：吸入，摄入，皮肤吸收可造成伤害。戴好手套和护目镜。在通风橱内操作。
- (6) 苯酚：有剧毒性和高度腐蚀性，可致严重烧伤。吸入，摄入，皮肤吸收可造成伤害。
- (7) 戴好合适的手套和护目镜，穿好防护服，在通风橱内操作。若有皮肤接触药物，可用大量清水冲洗，并用肥皂和水清洗，不要用乙醇洗。
- (8) 苯甲基磺酰氟化物(PMSF)：为一有剧毒的胆碱酯酶抑制剂。对上呼吸道的黏膜、眼睛和皮肤有极大损害。戴好合适的手套和护目镜，在通风橱内操作。万一眼睛或皮肤接触到此药品，立即用大量的水冲洗，丢弃被污染的衣物。
- (9) 苯甲酸：有刺激性。吸入，摄入，皮肤吸收可造成伤害。戴好手套和护目镜，不要吸入。

(10) 苯甲酸苄酯：有刺激性。吸入，摄入，皮肤吸收可造成伤害。避免接触眼睛。戴好合适的手套和护目镜。

(11) 苯乙醇：有刺激性。吸入，摄入，皮肤吸收可造成伤害。戴好手套和护目镜，远离火源、火花和明火。

(12) 丙烯酰胺（未聚合的）：为一种潜在的神经毒素，可通过皮肤吸收（有累积效应）。避免吸入尘埃。称量丙烯酰胺和亚甲基双酰胺粉末时，戴好手套和面罩，在化学通风橱内操作。聚合的丙烯酰胺是无毒的，但是使用时也应小心，因为其中可能含有少量未聚合的丙烯酰胺。

(13) 蛋白酶 K：有刺激性。吸入，摄入，皮肤吸收可造成伤害。戴好手套和护目镜。

(14) 碘化丙锭：吸入，摄入，皮肤吸收可造成伤害。刺激眼睛、皮肤、黏膜和上呼吸道。可诱导突变并可能致癌。戴好手套和护目镜，穿好防护服，在通风橱内小心操作。

(15) 碘乙酰胺：能碱基化蛋白质上的氨基，从而影响抗原的氨基酸序列分析。有毒性。吸入，摄入，皮肤吸收可造成伤害。戴好手套和护目镜。在通风橱内操作，勿吸入尘埃。

(16) 叠氮化钠：有剧毒性，可阻断细胞色素电子转运系统。含此药物的溶液要明确标记。吸入，摄入，皮肤吸收可造成伤害。戴好手套和护目镜，并小心使用。此药品为氧化剂，故保存时要远离可燃物品。

(17) 多聚甲醛：有剧毒。易通过皮肤吸收，并对皮肤、眼睛、黏膜和上呼吸道有严重破坏性。避免吸入尘埃。戴好手套和护目镜，在通风橱内操作。多聚甲醛是甲醛的未解离形式。

(17) 3, 3'-二氨基联苯胺四氢氯化物：为一种致癌剂，操作时要非常小心。避免吸入气体。戴好手套和护目镜。在通风橱内操作。

(18) 二甲苯：可燃，高浓度有麻醉作用。吸入，摄入，皮肤吸收可造成伤害。戴好手套和护

目镜。在通风橱内操作。始终远离热源、火花和明火。

(19) 二甲苯蓝：见二甲苯。

(20) 二甲次肿酸钠：可能为致癌剂，并含有砷，有剧毒性。戴好手套和护目镜，只在通风橱内操作。

(20) 二甲次肿酸钠：可能为致癌剂，并含有砷，有剧毒性。戴好手套和护目镜，只在通风橱内操作。

(21) N, N-二甲基酰胺(DMF)：刺激眼睛、皮肤和黏膜。可通过吸入，摄入，和皮肤吸收发挥其毒性。慢性吸入可导致肝、肾损害。戴好手套和护目镜，在通风橱内操作。

(22) 二甲亚砜(DMSO)：吸入，摄入，皮肤吸收可造成伤害。戴好手套和护目镜，在通风橱内操作。DMSO 为可燃物保存于密封容器中。远离热源、火花和明火。

(23) 二硫苏糖醇(DTT)：为一强还原剂，有恶臭味。吸入，摄入，皮肤吸收可造成伤害。当使用固体形式或高浓度溶液时，戴好手套和护目镜并在通风橱内操作。

(24) 4', 6-二脒基-2'-苯基吡啶盐酸(DAPI)：可能为一种致癌剂。吸入，摄入，皮肤吸收可造成伤害。可引起刺激。避免吸入。戴好手套和护目镜，在通风橱内操作。

(25) 放射性物质：当计划的一个实验涉及放射性物质的使用时，应包括以下内容：同位素的理化性质（如半衰期，放射型，辐射能量），辐射物质的化学形式，其辐射度（具体的活性）总量，化学浓度，需要使用多少就预定多少，使用放射性物质时，要始终戴好手套和护目镜，穿实验室工作服。X 和 γ 射线为由仪器产生放射性物质辐射出的短波电磁波，它们会从放射源辐射出来或聚成光束。它们的潜在危险决定于暴露于其中的时间、强度和它的波长。。

(26) 放线菌素 D：是一种畸胎剂和致癌剂，有剧毒。吸入，摄入，皮肤吸收可造成伤害，甚至是致命的。应避免吸入。戴好手套和护目镜，并始终在化学通风橱内操作，放线菌 D

见光分解。

(27) 高压玻璃器皿时要格外小心。高压锅和金属容器中的玻璃器皿，宜放入金属网中或蒲氏隔板中。在真空状态下使用玻璃器皿，如真空收集器、干燥设备或氩气条件下的反应器等，要谨慎操作。戴好护目镜。

(28) 过二硫酸铵：对黏膜组织、上呼吸道、眼睛和皮肤有极大的破坏性。吸入可致命。戴好手套和护目镜，穿好防护服。必须在化学通风橱内操作。操作后要彻底清洗。

(29) 过氧化氢：有腐蚀性、毒性，对皮肤有强损害性。吸入，摄入，皮肤吸收可造成伤害。戴好手套和护目镜，只在化学通风橱内操作。

(30) 环乙酰胺：吸入，摄入，皮肤吸收可造成伤害。戴好手套和护目镜，只在化学通风橱内操作。

(31) 磺基蓖麻酸（二水合物）：对黏膜和呼吸系统有极大破坏性。不要吸入粉尘，戴好手套和护目镜，在化学通风橱内操作。

(32) 甲氨蝶呤(MTX)：为一种致癌剂和致畸胎剂。吸入，摄入，皮肤吸收可造成伤害。暴露于其中可导致胃肠反应，骨髓抑制，肝或肾损害。戴好手套和护目镜，在化学通风橱内操作。

(33) 甲醇：有毒，可致失明。吸入，摄入，皮肤吸收可造成伤害。要有足够的通风以减少挥发气。不要吸入这些气体。戴好手套和护目镜，在化学通风橱内操作。

(34) 甲基磺酸乙酯(EMS)：为一种可诱导机体突变和突变和致癌的挥发性有机溶剂。吸入，摄入，皮肤吸收可造成伤害。

(35) 甲醛：有剧毒性和挥发性。也是一种致癌剂。可通过皮肤吸收，对皮肤、眼睛、黏膜和上呼吸道有刺激或损伤。避免吸入气体。戴好手套和护目镜。始终在通风橱内操作。远离热源、火花和明火。

(36) 甲酸：有剧毒，对黏膜组织、上呼吸道、眼睛、皮肤有极大的损伤。吸入，摄入，皮肤吸收可造成损伤。戴好手套和护目镜。在通风橱内操作。

(37) 甲酰胺：可导致畸胎。其挥发的的气体刺激眼睛、皮肤、黏膜和上呼吸道。吸入，摄入，皮肤吸收可造成损伤。戴好手套和护目镜。操作高浓度甲酰胺时要在通风橱内操作。尽可能将反应的溶液盖住。

(38) 焦磷酸钠：有刺激性。吸入，摄入，皮肤吸收可造成损伤。戴好手套和护目镜。不要吸入粉尘。

(39) 焦碳酸二乙酯(DEPC)：是一种潜在的蛋白质变质剂，且为可疑的致癌剂。开启时瓶口不要指向操作者或其他人。瓶内压可导致喷溅。戴好手套并穿实验室工作服，在通风橱内操作。

(40) 聚丙烯酰胺：无毒性，但仍应谨慎使用，因为其中可能含有少量未聚合的物质。

(41) 聚乙二醇(PEG)：吸入，摄入，皮肤吸收可造成损伤。避免吸入粉末。戴好手套和护目镜。

(42) 菌种(运输)：健康教育福利部门根据运输器具将各种细菌划分为不同的类别。大肠杆菌的非病原种(K12)和枯草芽孢杆菌为第一类，正常运输条件下是无危害或危害性很微小的。但是沙门菌、嗜血杆菌、链霉菌和假单孢菌的一些菌种为第二类。第二类细菌为“一般潜在危害剂：能造成不同严重程度的疾病，但在普通实验室技术下可操作。”

(43) 抗淬灭剂：见苯二胺。

(44) 考马斯亮蓝：吸入，摄入，皮肤吸收可造成损伤。戴好手套和护目镜。

(45) 联结剂(DMP)：刺激眼睛、皮肤和黏膜。可通过吸入，摄入，皮肤吸收发挥其毒性。不要吸入气体，戴好手套、面罩和护目镜。

(46) 链霉素：有毒性，怀疑为致癌剂和突变诱导剂。可导致过敏反应。吸入，摄入，皮肤吸收可造成损伤。戴好手套和护目镜。

(47) 亮肽素：吸入，摄入，皮肤吸收可造成损伤。戴好手套和护目镜。在通风橱内操作。

(48) 邻苯二甲酸二丁酯：吸入，摄入，皮肤吸收可造成损伤。戴好手套和护目镜。不要吸入气体。

(49) 磷酸二氢钠：吸入，摄入，皮肤吸收可造成损伤。戴好手套和护目镜。在通风橱内操作。

(50) 磷酸：高腐蚀性。吸入，摄入，皮肤吸收可造成损伤。戴好手套和护目镜。

(51) 磷酸钾：吸入，摄入，皮肤吸收可造成损伤。戴好手套和护目镜。不要吸入粉尘，在通风橱内操作。

(52) 磷酸钠：刺激眼睛和皮肤。吸入，摄入，皮肤吸收可造成损伤。戴好手套和护目镜。不要吸入粉尘。

(53) 磷酸氢钠：吸入，摄入，皮肤吸收可造成损伤。戴好手套和护目镜。在通风橱内操作。

(54) 硫氰酸胍：吸入，摄入，皮肤吸收可造成损伤。戴好手套和护目镜。

(55) 硫氰酸胍盐：见硫氰酸胍。

(56) 硫酸：剧毒性，对黏膜组织、上呼吸道、眼睛和皮肤有极大的损伤。可造成烧伤，与其他物质（如纸）接触可能引发火灾。戴好手套和护目镜，在通风橱内操作。

(57) 硫酸镁：吸入，摄入，皮肤吸收可造成损伤。戴好手套和护目镜。在通风橱内操作。

(58) 氯仿：刺激眼睛、呼吸道、皮肤和黏膜。为一种致癌剂。有肝、肾毒性。有挥发性。避

免吸入蒸汽。戴好手套和护目镜。在通风橱内操作。

(59) 氯化铵：吸入，摄入，皮肤吸收可造成损伤。戴好手套和护目镜。在通风橱内操作。

(60) 氯化钙：吸入，摄入，皮肤吸收可造成损伤。戴好手套和护目镜。在通风橱内操作。

(61) 氯化钾：吸入，摄入，皮肤吸收可造成损伤。戴好手套和护目镜。在通风橱内操作。

(62) 氯化锂：刺激眼睛、呼吸道、皮肤和黏膜。吸入，摄入，皮肤吸收可造成损伤。戴好手套和护目镜。在通风橱内操作。

(63) 氯化镁：吸入，摄入，皮肤吸收可造成损伤。戴好手套和护目镜。在通风橱内操作。

(64) 氯化锰：吸入，摄入，皮肤吸收可造成损伤。戴好手套和护目镜。在通风橱内操作。

(65) 氯化铁：吸入，摄入，皮肤吸收可造成损伤。戴好手套和护目镜。在通风橱内操作。

(66) 氯化锌：有腐蚀性，对胎儿有潜在危险。吸入，摄入，皮肤吸收可造成损伤。戴好手套和护目镜。在通风橱内操作。

(67) 3-(N-吗啉)-丙磺酸：吸入，摄入，皮肤吸收可造成损伤。刺激眼睛、呼吸道、皮肤和黏膜。戴好手套和护目镜。在通风橱内操作。

(68) 没食子酸丙酯(NPGO)：见苯甲酸。

(69) 柠檬酸钠：见柠檬酸。

(70) 柠檬酸：有刺激性。吸入，摄入，皮肤吸收可造成损伤。戴好手套和护目镜。

(71) 硼酸：吸入，摄入，皮肤吸收可造成损伤。戴好手套和护目镜。

(72) 羟胺：有腐蚀性和毒性。吸入，摄入，皮肤吸收可造成损伤。戴好手套和护目镜。在通风橱内操作。

(73) 氢氧化铵：为氨的水溶液。具有腐蚀性。操作时要小心。氨气可从氨水中挥发出来，具有腐蚀性、毒性和爆炸性。戴好手套。必须在通风橱内操作。

(74) 氢氧化钾：剧毒性。吸入，摄入，皮肤吸收可造成损伤。溶液为强碱性，当心使用。戴好手套。

(75) 氢氧化钠：溶液有剧毒，强碱性，当心使用。戴好手套。其他所有高浓度碱溶液都应以类似方式操作。

(76) 秋水仙碱：有剧毒，可致命，可导致癌症和可遗传的基因损害。吸入，摄入，皮肤吸收可造成损伤。戴好手套和护目镜。在通风橱内操作。不要吸入粉尘。

(77) β -巯基乙醇：吸入或皮肤吸收可致命，摄入有害。。高浓度溶液对黏膜、上呼吸道、皮肤和眼睛有极大损害。 β -巯基乙醇有难闻气味。戴好手套和护目镜。在通风橱内操作。

(78) 去氧胆酸钠：刺激黏膜和呼吸道。吸入，摄入，皮肤吸收可造成损伤。使用粉末时，戴好手套和护目镜。不要吸入粉尘。

(79) 溶剂；谨慎操作。

(80) 溶菌酶：对黏膜有腐蚀性。戴好手套和护目镜。

(81) 三氯乙酸：有很强的腐蚀性。戴好手套和护目镜。

(82) 三乙胺：有剧毒，易燃。对皮肤、眼睛、黏膜和上呼吸道有强腐蚀性。吸入，摄入，皮肤吸收可造成损伤。戴好手套和护目镜。始终在通风橱内操作。远离热源、火花和明火。

(83) 三乙醇胺：吸入，摄入，皮肤吸收可造成损伤。戴好手套和护目镜。始终在通风橱内操

作。

(84) 十二烷基磺酸钠(SDS)：有毒性和刺激性，有严重损伤眼睛的危险。。吸入，摄入， 皮肤吸收可造成损伤。戴好手套和护目镜。不要吸入粉尘。

(85) 双丙烯酰胺：是一种潜在的神经毒素，可通过皮肤吸收，避免吸入，在称量时，戴好手套和护目镜。

(86) 四环素：吸入，摄入，皮肤吸收可造成损伤。戴好手套和护目镜。在通风橱内操作。

(87) N, N, N', N'-四甲基乙二胺：对皮肤、眼睛、黏膜和上呼吸道有极大损伤。吸入可致命，长时间接触可产生严重刺激或烧伤。戴好手套和护目镜。穿防护服，必须在通风橱内操作。使用完毕要彻底清洗。易燃性，其挥发气体可到达一定距离，形成引燃源，瞬间发生火灾。远离热源、火花和明火。

(88) 四水合乙酸镁：吸入，摄入，皮肤吸收可造成损伤。戴好手套和护目镜。

(89) 四唑氮蓝；有危险性，小心操作。

(90) 碳酸钠：吸入，摄入，皮肤吸收可造成损伤。戴好手套和护目镜。

(91) 同位素 ^{125}I ；在甲状腺，为一潜在的健康杀手。无论何种形式的同位素都用铅板遮挡。操作同位素时，要戴一到两副手套，着取决于同位素的用量和所进行的操作难度。

(92) 胃酶抑素：吸入，摄入，皮肤吸收可造成损伤。戴好手套和护目镜。在通风橱内操作。

(93) 胃酶抑素：吸入，摄入，皮肤吸收可造成损伤。戴好手套和护目镜。在通风橱内操作。

(94) 硝酸：具有挥发性，操作时要小心。吸入，摄入，皮肤吸收可造成损伤。戴好手套和护目镜。在通风橱内操作。远离热源、火花和明火。

(95) 硝酸银：强氧化剂，小心操作。皮肤吸收可造成损伤。戴好手套和护目镜。在通风橱内操作。与其他物质接触会发生爆炸。

(96) 溴酚蓝：皮肤吸收可造成损伤。戴好手套和护目镜。在通风橱内操作。

(97) 5-溴-4-氯-3-吡啶-β-D-半乳糖苷：对眼睛和皮肤有毒性。皮肤吸收可造成损伤。戴好手套和护目镜。

(98) 5-溴-4-氯-3-吡啶-磷酸酯：有毒性。吸入，摄入，皮肤吸收可造成损伤。戴好手套和护目镜。

(99) 5-溴-2'-脱氧腺苷：为致畸胎剂。吸入，摄入，皮肤吸收可造成损伤。有刺激性。戴好手套和护目镜。在通风橱内操作。

(100) 溴乙吡啶：为一种强致突变剂，有毒性。避免吸入粉尘。操作含此染料的溶液时，戴上手套。

(101) 血（人类）和血产品和爱普斯坦病毒：其中可能含有隐藏的传染性物质，如乙型肝炎病毒、HIV，可能造成实验室感染。戴一次性手套，使用吸枪式吸管，在生物安全橱中操作，防止形成悬浮和污染。污染的塑料器皿在丢弃前要高压处理；污染的液体高压处理或丢弃前用漂白粉处理至少 30min。

(102) N, N'-亚甲基丙烯酰胺：为毒药，作用于中枢神经系统。吸入，摄入，皮肤吸收可造成损伤。有刺激性。戴好手套和护目镜。

(103) 亚精胺：有腐蚀性。吸入，摄入，皮肤吸收可造成损伤。有刺激性。戴好手套和护目镜。在通风橱内操作。

(104) 亚铁氰化钾：吸入，摄入，皮肤吸收可造成损伤。有刺激性。戴好手套和护目镜。在通风橱内相当谨慎地操作。远离强酸。

(105) 盐酸：有挥发性。吸入，摄入，皮肤吸收可致命。对皮肤、眼睛、黏膜和上呼吸道有极大损害。戴好手套和护目镜。在通风橱内操作。

(106) 盐酸胍：刺激黏膜、上呼吸道、皮肤和眼睛。吸入，摄入，皮肤吸收可造成损伤。戴

好手套和护目镜。

(107) 盐酸胍盐：见盐酸胍。

(108) 乙醇：吸入，摄入，皮肤吸收可造成损伤。戴好手套和护目镜。

(109) 乙基亚硝基脲：见 N-乙基-N-亚硝基脲

(110) N-乙基-N-亚硝基脲 (ENU)：有致癌性，为潜在的突变诱导剂。吸入，摄入，皮肤吸收可造成损伤。戴好手套和护目镜。在通风橱内操作。用 1mL/LNaOH 溶液清洗所有接触过ENU的物品。

(111) 乙酸铵：吸入，摄入，皮肤吸收可造成损伤。戴好手套和护目镜。在通风橱内操作。

(112) 乙醇胺：有毒性。吸入，摄入，皮肤吸收可造成损伤。戴好手套和护目镜。在通风橱内操作。具有高腐蚀性，并可与酸发生强烈反应。

(113) 乙酸：使用时要非常小心。吸入，摄入，皮肤吸收可造成损伤。戴好手套和护目镜。在通风橱内操作。

(114) 乙酸钠：见乙酸。

(115) 乙酸铀酰：吸入，摄入，皮肤吸收可造成损伤。戴好手套和护目镜。在通风橱内操作。

(116) 异丙基-β-D-硫代半乳糖苷 (IPTG)：吸入，摄入，皮肤吸收可造成损伤。戴好手套和护目镜。

(117) 异丁烯酸酯：有毒。吸入，摄入，皮肤吸收可造成损伤。戴好手套和护目镜。不要吸入其气体。

(118) 异硫氰酸胍盐：见硫氰酸胍盐。

(119) 抑肽酶：吸入，摄入，皮肤吸收可造成损伤还可导致过敏反应。暴露其中可引起胃肠道反应，肌肉疼痛，血压改变或支气管痉挛。戴好手套和护目镜。不要吸入粉尘，必须在通风橱内操作。

(120) 月桂酰基氨酸钠：吸入，摄入，皮肤吸收可造成损伤。戴好手套和护目镜。不要吸入粉尘。

四、实验室生物安全的重要性

4.1 人类历史上的重大疾病

公元前 430 年的雅典发生了鼠疫疫情，鼠疫也称黑死病、腺鼠疫、腹股沟淋巴结鼠疫，是由鼠疫耶尔森氏鼠疫杆菌引起的甲类传染病。到 14 世纪，欧洲大陆发生鼠疫大流行，1/4 人口（约 2500 万）病死。霍乱是由霍乱弧菌引起的急性肠道甲类传染病。汉朝前就有记载，全世界共有 7 次大流行。其中 1817 年到 1923 年间的 6 次大流行，仅印度死者就超过 3800 万。公元前 412 年的古希腊时期至今，共发生了 31 次流感大流行，其中 1918 年至 1920 年的“西班牙流感”，在全球范围内造成了 2000 万~4000 万人死亡。

除此之外，天花病、麻风病、艾滋病、炭疽病、各型肝炎和 SARS 等传染病也给世界许多国家的社会、经济和人员造成巨大的灾难和损失。因此世界各国和各个世界卫生组织均在开展实验室研究，探寻控制传染病的方法。

4.2 实验室历史上的感染事件

在实验室开展高致病性病原微生物的研究，就有可能发生职业暴露而导致实验室感染。1886 年科霍第一次报告了一例霍乱病的实验室感染事件。受害者是德国柏林的一名学生，他在处理霍乱弧菌培养物时遭到感染，并得了霍乱病。有关实验室感染的统计报告，最早见于 1951 年美国医学杂志上，列出美国实验室感染的 1342 个病例，感染涉及 69 种不同的微生物。值得注意的是其中 1275 例是在 1930 年以前发生的，那时很多人不注意生物安全的问题。

1979 年 4 月，前苏联斯维尔德洛夫斯克生物武器实验室发生泄露事故，约 10 公斤的炭疽芽孢粉剂泄露，爆炸释放出大量的毒雾，造成附近 1000 多人发病，数百人死亡。

这是典型的事例。最常见的实验室感染见于乙肝病毒，第一例肝炎的实验室感染报告是在 1931 年由芬德利报道的，客观上有大量的乙肝病毒实验室感染事实存在。根据我国北京第二传染病医院孙孚报告（1987），在该医院 246 名职工调查中，发现乙型肝炎病毒感染者 141 人，而检验科职工的感染例数，在 18 个不同科室中占第 5 位。还有可怕的人类免疫缺陷病毒（HIV），1993 年 12 月美国 CDC 报告了 17 名实验室技术人员因职业而发生的 HIV 感染，而且有 15 名可能是在美国发生的。经皮穿刺接触是导致传染的原因。

近期则有 3 起由 SARS 冠状病毒引起的实验室感染事件。2003 年 12 月 5 日台湾国防部医学院预防研究所一位中校，在本所 BSL-4 实验室被感染；2004 年 9 月 8 日，新加坡国立大学微生物实验室的一名博士后研究生，在环境卫生研究院实验室被感染；2004 年 4 月 27 日北京一个国家级病毒病研究机构，一名安徽大学研究生被感染。

4.3 实验室感染的危害性

北京 SARS 冠状病毒引起的实验室感染事件出现了第三代感染，9 人致病 1 人死亡，造成了极大的负面影响，引起了国家高度重视。在 2004 年 7 月 8 日的卫生部电视电话会议上，高强副部长通报了这起事件的处理决定，认为是一个应该避免而没有避免的重大责任事件，以当时的管理状态发生事故是必然的过程。从此启动了我国的实验室生物安全管理体系建设工作。在实验室管理中人们通常只关注检测质量的管理，忽视安全、特别是生物安全的管理。

这是因为人们普遍认为实验室不太可能发生感染，即使感染也没有很严重的后果。这种观点是错误的，虽然从事高致病性病原微生物研究的实验室不多，但实验室感染是客观存在的现象。直接和致病性或高致病性病原微生物打交道，本身就存在风险。如伤寒是实验室感染中比较严重的肠道传染病，第一次报道在 1893 年，到 1978 年共报告了 258 例，其中 20 例死亡。1951 年报告了 153 例肺结核感染，其中有 25 例与实验室工作有关。由细菌引起的实验室感染尚有多种疾病，如白喉、痢疾、霍乱、鼠疫、炭疽和流脑等。1976 年报告的 3921 例实验室感染中，细菌及螺旋体感染占 1669 例。有些是新发现的病原微生物，一旦具有致病性由于人们缺乏防范意识将极具感染风险，如八十年代的艾滋病病毒。有些是我们熟悉的微生物，在原先的观念中对人无致病力或低致病力，现在受到环境的影响发生变异，演化为高致病性或致病性较强的病原，如人禽流感病毒、冠状病毒、猪链球菌等。

近年来我国和世界各地发生了多起影响较大的传染病疫情，如人高致病性禽流感、猪瘟疫和手足口病等。禽流感以前只在禽类中传播，如新疆地区 2007 年 11 月发生的高致病性禽流感疫情共扑杀各类家禽 32.25 万只（羽），现在变成了人高致病性禽流感，频繁使人

类致病，中国卫生部追溯诊断 2003 年 11 月底的一个不明原因发热、肺炎病例为人感染高致病性禽流感(H5N1)确诊病例。这是中国大陆目前已知最早的经实验室确诊的人禽流感病例，也是在当前这一轮禽流感疫情中全球发现最早的人禽流感病例。

根据世界卫生组织和中国关于人感染高致病性禽流感病例诊断标准的规定，自2005年 11 月 16 日以来，中国已通报 25 例人感染禽流感病例，其中 13 例死亡。据世界卫生组织统计，至今禽流感在全球已导致 340 多人感染，其中 160 多人死亡。猪瘟也是历史上常见的动物疾病，2005 年 6 月发生在四川的猪链球菌疫情却发生人类感染，分布在资阳等 32 个县（市、区），还扩散到广东等地。累计感染人数达 200 多人，并造成惊人的 38 人死亡。手足口病由肠道病毒-71 型(EV71)或柯萨奇病毒 A16 型(CoxA16)引起，是婴幼儿常见传染病，但山东临沂市 4 月发生疫情，致 1260 多人发病，3 人死亡。还有许多报道都显示许多常见病原发生了明显的变异，产生新的致病能力。如果没有建立有效的管理体系，实验室感染等意外将不可避免。

4.4 实验室生物安全管理

北京实验室 SARS 冠状病毒感染事件调查结论：跨专业从事实验研究，腹泻病研究室研究呼吸道病原；研究人员未经专项培训，灭活方法未经论证，未建立健康监测制度；生物安全实验室选择不当，防护等级不足；生物安全柜等专用设备未启用，未按适当的程序和方法进行操作，操作人数不足；未执行实验室管理制度。

调查结论的核心问题就是规章制度。有无制订实验室生物安全管理的各项规定，规定是否合理、完善，规定是否被认真执行，规定在执行中是否被曲解，都直接影响到实验室生物安全管理的有效性。几年来，国务院颁发了第 424 号令《病原微生物实验室生物安全管理条例》和第 380 号令《医疗废物管理条例》，卫生部、环保总局、建设部、国家质量监督检验检疫总局和国家标准化管理委员会等国家相关部门出台了《可感染人类的高致病性病原微生物菌（毒）种或样本运输管理规定》、《病原微生物实验室生物安全环境管理办法》、《生物安全实验室建筑技术规范》、《实验室生物安全通用要求》等一系列文件和技术标准，为实验室生物安全管理体系建设打下了坚实的基础。法律法规和各项生物安全规定要落实到每个实验室，需要建立完善的管理体系。

实验室生物安全管理体系分为室间和室内两个管理体系。室间为实验室生物安全行政管理架构，由省卫生厅牵头，联合省科技厅、省教育厅、省质检局、省农业厅等部门协同管理。建立成立省级专家队伍；编制全套生物安全法规文件；建立监督管理体系和检查评估体系；建立 BSL-2 实验室和 BSL-3 实验室管理模式。担负传染病防控任务的卫生部门是

实验室生物安全管理的重点，各级卫生行政主管部门要建立实验室生物安全行政管理体系；实施实验室备案，开展各项实验活动，如检测活动、高致病性病原微生物菌（毒）种及样本运输、科研项目生物安全审查、生物材料出入境审批等工作；组织基本面调查、监督和检查。

室内指实验室设立单位建立的实验室生物安全管理体系，从单位的层面全面开展涉及病原所有工作的管理。成立生物安全管理委员会、设立管理办公室，建立监督员、内审员队伍；制订生物安全管理体系文件；建设标准化、适合工作需要的生物安全实验室；开展系统培训；实施各项管理活动；建立健康监测机制。各个实验室则负责配备、使用和管理相适应的生物安全设施、设备和物品；控制样品流转；做好实验室准入、特殊活动审批、个人防护、废弃物处置和应急等工作。

4.5 实验室生物安全相关概念

1. 生物因子 (bio-agents): 具有一定生物活性的物质，或来源于活生物的物质, 包括生物体本身。

2. 微生物 (microbes, microorganisms) : 微生物是指活的生物因子，包括能够复制或基因物质传递的细胞或非细胞的微小生物实体，其中包括致病和非致病的微生物。主要指细菌（螺旋体、立克次体、衣原体）、真菌、病毒和某些寄生虫。

3. 病原体 (pathogens) : 病原体是能致病的生物因子，包括能够引发人和动物、植物传染病的生物因子，主要指致病微生物。按危害程度分为四类：

国际分级	中国分类		个体感染 危险性	个体病症	社会传播危险性	治疗预防能力
	GB19489	国务院条例				
一级	I 级	四类	无、很低	很轻	很低	/
二级	II 级	三类	中	中	低	有效
三级	III 级	二类	高	重	中	有效
四级	IV 级	一类	很高	很重	高	无效

(1) 一类病原微生物

高个体危害，高群体危害临床表现起病迅速，病程短，病情严重，病死率高，通常导致个体死亡，或者痊愈之后有严重的后遗症。这类疾病可能传播的途径多，传播速度快，动物与人之间的传播十分普遍，或者人与人之间的传播，人群普遍易感。这类病原体的实验室操作应该在 BSL-3 级或者以上级别的实验室进行。

(2) 二类病原微生物

高个体危害，低群体危害临床表现起病迅速，病程短，病情严重，病死率高，通常导致个体死亡，或者痊愈之后有严重的后遗症。这类疾病传播速度比第一类要慢，动物与人之间的传播比较普遍，也存在人与人之间的传播，人群普遍易感。但是流行的范围没有第一类广泛，病死率可能比第一类要低。这类病原体的实验室操作应该在 BSL-3 级进行。

(3) 三类病原微生物

中等个体危害，有限群体危害临床表现起病较快或者潜伏期比较长，起病之后病情不严重，病死率低，一般不导致个体死亡。这类疾病可能传播的途径多，传播速度慢，存在人与人之间的传播，仅仅在局部流行，有药物可以使用。这类病原体的实验室操作应该在 BSL-2 实验室进行。

(4) 四类病原微生物

低个体危害，低群体危害一般情况下，这类病原体不会引起个体和群体的感染，个体感染后可能出现临床症状，也可能出现隐性感染没有任何临床症状。起病后症状较轻，有治疗的药物使用，经过治疗后可以痊愈，一般不会留下后遗症。这类疾病可能传播的途径有限，人群普遍具有抵抗力。这类病原体的实验室操作在 BSL-1 级实验室进行。

生物危害 (bio-hazard) 和生物危险 (bio-risk)：生物危害是由生物因子形成的伤害；生物危险 (bio-risk) 是生物因子将要或可能形成的危害，是伤害概率和严重性的综合。

危险废物 (hazardous waste)：即有潜在危险的废物，即可燃、易燃、腐蚀、有毒、传染、放射或其他破坏作用的废物

生物威胁 (bio-threat)：是指生物因子形成的使人忧虑的、可能发生的严重危害。

生物气溶胶 (bio-aerosol)：气溶胶是指悬浮于气体介质中粒径一般为 0.001-100 μm 的固态或液态微小粒子形成的相对稳定的分散体系。在分散相中含有生物因子的气溶胶。8. 生物战剂 (agent of bio-war)：战场上使用含有病原体的物质。

生物战剂气溶胶 (bio-agent aerosol)：分散相含有生物战剂的气溶胶。气溶胶喷洒是国外生物战释放生物战剂的主要方式。

生物战 (bio-war)：是指用生物战剂进行的战争。目前世界发达国家的生物武器相当先进，武器化能力很强；一些第三世界国家也掌握了生物武器，被称为穷人的原子弹；一旦使用，造成的灾难不可设想。国内外有关专家认为发生生物战的潜在危机正在增加，令人忧虑。

基因武器 (gene weapon)：指用基因工程研制的生物武器。现代生物技术的发展一方

面为人类造福，另一方面也会被人利用发展武器。现代生物技术能改变生物战剂的攻击性能，改变其抗原性使之难以诊断；增强其致病性以加强杀伤力；增强其存活力以延迟攻击时间和扩大攻击面积；增强其抗药性造成治疗困难；改变其基因特性形成基因武器。专家推测，基因武器能够进行对人种的特异性攻击。

实验室相关感染 (laboratory-associated infection)：由于从事实验活动而发生的与操作的生物因子相关的感染。在研究病原微生物中存在某种风险，如果在管理和操作病原体中一旦有所疏漏或错误就会发生实验室感染，造成威胁，进而可能造成病原体扩散或传染病的流行。

医院感染 (hospital-acquired infection)：医院感染也叫医院获得性感染或院内感染，指在医院内发生的一切感染。

人畜共患病 (zoonosis)：人和动物间相互传播的传染病。人的传染病常常由动物传播，可通过接触经皮肤和粘膜感染，也可经消化道进入体内，更可通过气溶胶经呼吸道感染。

外来病 (exotic disease)：国外存在和流行的，国内尚未证实存在或已被消灭的传染病。

传染病 (communicable disease)：是指由各病原体引起的一组具有传染性的疾病。已有的一些烈性传染病还没有有效的预防和控制，已经控制的一些传染病有死灰复燃的势头，新的传染病不断出现，是我们面临挑战。

突发公共卫生事件 (emergent events of health)：(简称突发事件)，是指突然发生，造成或者可能造成社会公众健康严重损害的重大传染病疫情、群体性不明原因疾病、重大食物和职业中毒以及其他严重影响公众健康的事件。突发公共卫生事件的危害性和破坏性是多方面的，不仅危害公众身体健康和生命安全、造成公众心理恐惧，甚至导致社会混乱、经济衰退，威胁国家安全。

食源性传染病 (food borne infectious)：指通过饮食媒介经消化道感染的疾病。2000年第53届世界卫生大会上，世界卫生组织将食品安全列为重要议题，并指出食源性疾病与食品污染是不断扩大的公共卫生问题。在过去的20年里，食源性疾病的发生率明显上升。在发达国家，估计每年有1/3以上的人群感染食源性疾病。美国每年约有7000万~8000万人患食源性疾病，其中32.5万人入院治疗，5000人死亡。

实验室生物安全：指为了避免各种有害生物因子造成的实验室生物危害而采取的防护措施(硬件)和管理措施(软件)。国家标准《实验室生物安全通用要求》对生物安全的定义是避免危险生物因子造成实验室人员暴露、向实验室外扩散并导致危害的综合措施。

生物安全实验室：具备生物安全防护能力的实验室，分为4级。

微生物分类	生物危害性	实验室防护能力	实验室名称	动物实验室名称	实验室用途
四类	无、很低	无、很低	BSL-1	ABSL-1	基础教学、研究
三类	中	有	BSL-2	ABSL-2	一般健康服务、诊断、研究
二类	高	较高	BSL-3	ABSL-3	特殊的诊断、研究
一类	很高	高	BSL-4	ABSL-4	危险病原体

4.6 生物安全防护

实验室生物安全防护的类型：

一级防护（隔离）(primary barriers)：包括两方面内容：

生物安全柜 (biological safety cabinet, BSC) 和类似的设备等，生物安全柜是直接操作危险性微生物时所用的箱形安全设备，是生物安全实验室必备的装备，分成三个级别。一级生物安全柜没有正面遮挡保护，进生物安全柜的风速较低，不能保护样本，对实验人员和环境的保护能力有限；二级生物安全柜正面有超过 2/3 遮挡保护，进生物安全柜的风速较高，能够有效保护样本、实验人员和环境，按排气量的多少又分为 4 个型号，应根据工作类型选择匹配的型号；三级生物安全柜正面为全遮挡保护，进生物安全柜的风速较高，对样本、实验人员和环境均有非常可靠的保护。

个人防护装备 (personal protective equipment, PPE)，也分成三个级别。一般防护，工作服、手套即可；严格防护，使用专用防护服，尽量遮盖暴露皮肤、口鼻等部位；严密防护，遮盖所有暴露皮肤和面部器官，只要可能，尽量使用两层以上防护装备但不妨碍操作和行动。

脱卸个人防护装备的顺序是：外层手套→防护眼镜→防护服→口罩帽子→内层手套。

二级防护（屏障）(secondary barriers)：是指实验室屏障设施，其建设有 4 种不同的结构标准。

实验室生物安全防护的等级：各种一级防护和二级防护的组合，加上合适的管理措施构成不同防护级别的生物安全实验室。

4.7 生物安全实验室建设和管理原则

坚持八项基本原则，即科学合理、安全首位、软件在先、管理严格、远离病原、预防为主、使用方便和厉行节约，传染性和致病性再强的病原微生物，只要它不和人体接触，感染就不会发生。隔离、过滤、消毒灭菌和采用个人方式措施均是有效生物安全防护手段。一定

要按照国务院发布的《病原微生物实验室生物安全管理条例》进行管理，尽可能少接触病原体或少进实验室。在实验前对设施、设备进行常规检测，在实验过程中进行安全监测，在实验后对人员实施健康检测、对环境进行泄漏检测和消毒效果监测。

4.8 实验室生物安全管理体系

1. 实验室生物安全管理体系：

建立方针和目标，并建立组织、程序、过程和资源实现既定的目标。确保每个生物医学检测和相关人员熟知生物安全知识，熟练掌握操作技能；确保防护设备和防护用品的供应；确保实验室工作人员不受实验对象侵染；确保周围环境不受致病微生物的污染；确保致病性病原微生物的样品或菌（毒）种不会遗失或被偷窃。为实现目标，必须设立专门的机构，制订完善的体系文件，按规定的要求做好各项防护措施，按既定的计划实施各项管理、监督和检查工作。

2. 生物安全组织结构：

成立生物安全委员会、设立日常管理办公室、建立生物安全员队伍。规定实验室生物安全机构、管理组织和相关部门、相关成员的权力、义务和职责。规定领导部门、监管部门、执行部门、支持部门之间的关系。绘制组织结构框图。有可靠的代理机制和沟通机制。

3. 生物危害性评估

生物安全操作的核心是危害评估。由实验室最熟悉所要操作的微生物的特性、所使用的实验和防护设备、实验程序和政策的技术人员进行。评估应充分、及时、准确。应公告、制度化并能适时更新。

4. 生物安全体系文件

体系文件由实验室生物安全管理手册、程序文件、安全手册、生物危害性评估、SOP 和表格等文件组成。管理手册是对本单位实验室生物安全管理总的原则性描述，包括生物安全所有要素。通常以国际标准 ISO15189-2003 为基础，结合我国生物安全相关法律法规的要求制订，适用于整个单位和领导层使用，是第一层次的文件。程序文件通常指各方面具体的规章制度，为管理手册的支持性文件，适用于单位内部各实验室、各部门使用，为第二层次的文件。SOP 为标准操作规程，也称作业指导书，通常针对每项具体的活动、每个岗位、每台设备，由每个从事实验室活动的人员所使用，为第三层次的文件。表格为体系运行过程中技术和管理方面为记录而设立的文件，可为运行提供证据，是第四层次的文件。

体系文件可以三层或四层，依实际情况而定，程序文件可以并入管理手册或 SOP。实验室生物安全管理体系文件形成后，应通过有效文件或在正式场合宣布生效，广泛宣贯并要

求本单位生物安全相关部门、机构和个人必须遵守体系文件的各项规定。重要文件、技术规范要编制发放清单，建立领取登记、借阅等制度，必要时还应进行遗失登记，保持文件的现行有效性。应将各类生物安全文件系统地收集、装订成册。

5. 人员管理

应选派本单位实验室生物安全管理和检测人员到上级或相关部门参加专项培训、专业进修等，实时举办全员培训，让所有相关人员深刻理解国家有关实验室生物安全的法律法规、技术规范和行政规定，特别是本单位的实验室生物安全管理体系文件。建立每位工作人员的健康档案，及时针对工作对象采取相应的免疫或防护措施。

6. 设备管理

设备管理的目的是保证设备的质量和运行中的可靠性。在采购时要追求质量，在安装时要保持性能，在使用前应制订操作 SOP 和维护计划，在使用时要规范操作。建立管理档案、使用标识、及时记录和适时验证。

BLS-2 实验室安全设备一般包括：II 级生物安全柜；高压灭菌器；洗眼器。BSL-2 实验室应设置洗手池，但不能装配手动式的水龙头；生物安全仪器设备在运行前必须进行经过合格检查并具有状态标识；实验室应具备一定的安全防护能力，必须配备闭门器；每个实验室应有洗手池，洗手池宜设置在靠近实验室内近门处；BSL-2 实验室内使用过的防护服不得穿出实验室；按照《实验室生物安全通用要求》（GB19489-2004）的要求，BSL-2 实验室应有“洗眼器”装置；

7. 样品流程控制

样品的整个流程从获得开始直至消除的全过程应有控制措施和记录（可以整批），每个流转环节必要时应审批。未知病原微生物按生物安全二级防护进行操作。在包装时应确保包装材料的牢固性、密闭性和安全性。在运输时要注意样本的质量和防护，如果怀疑是高致病性生物材料时还要申请审批。在交通工具、运输人员、包装方式等符合相关的规定。在传播、接收、保藏和处置样本时也应规范操作，特别是菌（毒）种管理要建立完善的管理制度，设立专门的保管人员、选择合适的场所、使用专用的保藏设备和采取适当的防护措施来保证菌（毒）种的安全。

8. 生物安全二级实验室

生物安全二级实验室是涉及病原微生物操作的最低条件。当操作人体材料时，只要可能含有病原微生物，原则上都应在生物安全二级实验室中进行。实验室为普通建筑物即可，但尽量设计在人员走动较少的地方或走廊的盲端。布局应合理有序，人流、物流清晰，有足

够的空间，清洁区和污染区有一定的区分，严禁实验区与办公区混杂，建立实验室准入门槛，张贴警示标志、安装自动闭门器，安装牢固的门窗。每个实验室应设洗手池，宜设置在进出口处。实验室光线充足不晃眼、宜自然通风，但窗户应使用纱窗。应设计控制昆虫和啮齿动物进入的屏障，保证下水道、门、窗及各种电器或设备管道的密闭性。

应做好个人防护，配置生物安全柜等防护设备和器械，要求实验室就近有压力蒸气灭菌器。有可靠的电力供应和应急照明，制订应急救治预案，装备应急救治物品，实验室的门设有可视窗，出口有发光指示标志，标明撤离路线，应配备适量的消防器材，设洗眼设施，必要时可安装应急喷淋装置，保证安全。

9. 内务管理

实验室对人员的准入依照不同生物安全防护等级分别进行限制。与实验无关或妨碍实验的物品或设备不放置在实验室，实验室内的人员数量或无关人员的出入予以限制，一切与实验无关的行为或工作予以禁止。在实验时应卸掉各种妨碍操作和带来危险的佩戴物。无论是否戴手套，只要接触感染性材料或潜在的危险，应及时洗手，并使用感应等非手动的水龙头。废气、废物、废水应满足环保的要求，交由具备资质的专业机构处理。还要防止有害的生物体在灭活之前移出实验室。废弃物应分类存放，对锐器应有防护。可重复使用器械回收应灭菌、清洁，彻底去除污染病原微生物。

五、生物实验的消毒和灭菌

消毒和灭菌的基本常识对于实验室生物安全是至关重要的。由于严重污染的物品不能迅速地

消毒或灭菌，因此了解预清洁的基本原理也同样重要。关于消毒和灭菌，以下基本原则适用于所有已知不同级别的微生物病原体。

关于清除污染的特殊要求，要根据实验工作的类型以及所操作的感染性物质的特性来决定。这里所提供的一般性资料，可用于建立标准的和更专门的程序，以处理特定实验室中所涉及的生物危害。消毒剂的作用时间因具体的品种和生产商而不同。因此，所有消毒剂使用的推荐意见均必须遵守生产商的说明。

5.1 定义

关于消毒和灭菌有许多不同的术语，下面是生物安全中较常用的：

抗菌剂（antimicrobial）能够杀死微生物或抑制它们生长和繁殖的制剂。

防腐剂（antiseptic）能够抑制微生物生长和繁殖但不足将其杀灭的物质。防腐剂经常应用于体表。

生物杀灭剂 (biocide) 所有能够杀死生物体的制剂的统称。

化学杀菌剂 (chemicalgermicide) 用于杀死微生物的化学品或化学混合物。

清除污染 (decontamination) 去除和 / 或杀死微生物的任何过程。该词也用于去除或中和有危害的化学品和放射性物质。

消毒剂 (disinfectant) 用于杀死微生物的化学品或化学混合物, 但不一定杀死其孢子。消毒剂常用于非生命物体或其表面。

消毒 (disinfection) 杀死微生物的物理或化学手段, 但不一定杀死其孢子。

灭菌剂 (microbicide) 能够杀死微生物的化学品或化学混合物。该词常常可以代替“生物杀灭剂”、“化学杀菌剂”或“抗菌剂”。

杀孢子剂 (sporocide) 用于杀死微生物和孢子的化学品或化学混合物, 灭菌 (sterilization) 杀死和 / 或去除所有微生物及其孢子的过程。

5.2 实验室材料的清洁

清洁是指去除污垢、有机物和污渍。清洁方法包括刷、吸、干擦、洗涤或用浸泡肥皂水或清洁剂的湿墩布拖擦。尘土、污物以及有机物是微生物的栖身之所, 并可能影响除污染剂 (抗菌剂、化学杀菌剂以及消毒剂) 的杀菌作用。

必须通过预清洁才能实现消毒和灭菌的目的。许多杀菌剂只对经过预清洁的物品才具有杀菌活性。预清洁时必须小心, 以避免暴露于感染性物质。

预清洁时必须使用与以后使用的杀菌剂化学上相容的物质。非常普遍的是采用相同的化学杀菌剂进行预清洁和消毒。

5.3 化学杀菌剂

多种化学品可以用作消毒剂和 / 或防腐剂。由于其数量与种类还在不断增加, 因此, 要根据具体的用途认真选择。

许多化学品在较高温度时其杀菌效果更快也更好。但同时, 较高的温度能够加速其挥发和降解。因此在热带地区, 由于室温较高, 可能缩短化学杀菌剂的有效期, 在使用和储存这些化学品时要特别注意。

许多杀菌剂对人或环境有害, 应当按生产商的说明小心地进行选择、贮存、操作、使用和废弃。为了个人的安全, 建议在稀释化学杀菌剂时应戴手套、围裙和保护眼睛的器具。

化学杀菌剂一般不用于地面、墙壁、设备和家具的常规清洁。但是, 在控制疾病暴发时可以使用。正确使用化学杀菌剂可以确保实验场所的安全, 减少来自感染性物质的危险。只要可能, 出于经济原因、控制库存以及限制环境污染等的考虑, 应尽可能控制所使用化学杀菌

剂的量。

下面介绍一些常规使用的化学杀菌剂，并列出了它们的一般用途和安全特征。除非另外标注，杀菌剂的浓度用重量 / 体积 (w/v) 来表示。表 12 汇总了含氯消毒剂的推荐使用浓度。

表 12 含氯消毒剂的推荐使用浓度

	“清洁” 情况下	“污染” 情况下
所需的有效氯浓度	0.1% (1g/L)	0.5% (5g/L)
次氯酸钠溶液 (含有 5% 的有效氯)	20mL/L	100mL/L
次氯酸钙 (含有 70% 的有效氯)	1.4g/L	7.0g/L
二氯异氰尿酸钠粉剂 (含 60% 的有效氯)	1.7g/L	8.5g/L
二氯异氰尿酸钠片剂 (每片含 1.5g 有效氯)	每升 1 片	每升 4 片
氯胺 (含有 25% 的有效氯)	20g/L	20g/L

氯 (次氯酸钠)

氯属于快速作用的氧化剂，是一种可广泛应用的广谱化学杀菌剂。它一般以次氯酸钠 (NaOCl) 溶液来作为漂白剂销售，使用时可以用水稀释成各种不同的有效氯浓度。氯 (尤其用作漂白剂时) 是强碱性的，能够腐蚀金属。有机物 (蛋白质) 会显著减弱其活性。如果在开口容器中储藏高浓度的或使用浓度的漂白剂，尤其在高温条件下，会释放氯气而减弱其杀菌能力。要根据漂白剂工作液的初始浓度、容器的类型 (如有无盖子) 和大小、使用的频率和特性以及室内条件，来确定它们的更换频率。一般而言，对于那些需要一天多次浸泡处理含有高浓度有机物的材料的漂白剂溶液，应当至少每天更换一次，而那些使用频率较低的漂白剂溶液，则可以维持一周时间。

常规实验室消毒剂的有效氯浓度应为 1g/L。推荐使用含有 5g/L 有效氯的更强作用的溶液来处理生物危害性物质的溢出以及含有大量有机物的情况。作为家用漂白剂的次氯酸钠溶液含有 50g/L 的有效氯，因此分别需要进行 1 : 50 或 1 : 10 的稀释来达到终浓度 1g/L 和 5g/L。工业用漂白剂的次氯酸钠溶液含有近 120g/L 的有效氯，必须进行相应的稀释来达到上述浓度。

次氯酸钙 [Ca (ClO) 2] 的颗粒或片剂一般含有 70% 的有效氯。用颗粒或片剂配制浓度 1.4g/L 或 7.0g/L 的溶液，其有效氯浓度分别为 1.0g/L 和 5g/L。

不建议将漂白剂当作防腐剂使用，但可以用作普通目的的消毒剂以及用于浸泡非金属类的污染材料。在紧急情况下也可以用终浓度含 1~2mg/L 有效氯的漂白剂来消毒饮用水。

氯气具有强毒性。因此漂白剂只能在通风良好的地方储存和使用。另外，漂白剂也不能与酸混合以避免氯气快速释放。氯的许多副产物可能对人体及环境有害，应该避免滥用含氯消毒剂，特别是漂白剂。

二氯异氰尿酸钠

二氯异氰尿酸钠 (NaDCC) 的粉剂含有 60% 的有效氯。用 NaDCC 粉剂配制的浓度为 1.7g/L 和 8.5g/L 的溶液将分别含有 1g/L 和 5g/L 的有效氯。NaDCC 片剂一般每片含有 1.5g 的有效氯，将 1 片或 4 片溶于 1 升水将分别获得浓度约为 1g/L 和 5g/L 的溶液。粉剂或片剂的 NaDCC 储存既方便又安全。血液或其他生物危害性液体溢出时，可以使用固体 NaDCC，并使其作用至少 10min 后再除去，然后对污染区进行进一步的清理。

氯胺

氯胺粉剂含有大约 25% 的有效氯。氯胺释放氯的速度比次氯酸慢，因此如果需要获得同次氯酸相同的效力，就需要较高的初始浓度。另一方面，有机物对氯胺溶液的影响没有次氯酸溶液

那么大，在“清洁”和“污染”情况下都推荐使用 20g/L 的浓度。氯胺溶液实际上无臭味。但是，浸泡在氯胺中的物品必须要彻底清洗，以除去加入到氯胺-T（甲苯磺酰氯醛甲酰胺钠）粉剂中的填充剂的残留物。

二氧化氯

二氧化氯是一种高效的快速杀菌剂、防腐剂和氧化剂。经常有报道，认为其在浓度低于漂白粉的含氯浓度时即具活性。二氧化氯作为气体是不稳定的，将分解为氯气 (Cl₂) 和氧气 (O₂)，并放热。然而，二氧化氯溶于水，并在水溶液中稳定。有两种方法可获得二氧化氯：（1）将盐酸 (HCl) 和亚氯酸钠 (NaClO₂) 两种单独成分混合时即可生成；（2）订购其稳定态，然后在需要时随时活化生成。就氧化杀菌剂而言，二氧化氯是高选择性的氧化剂。臭氧和氯比二氧化氯有更高的反应活性，能氧化大多数的有机物。然而，二氧化氯仅同还原性硫化物、仲胺、叔胺以及其他强还原性和反应活性的有机物作用。因此，与使用氯和臭氧相比，二氧化氯在含量低得多的情况下，能得到更稳定的反应产物。在有机物较多的情况下，由于其选择性，使用适量的二氧化氯比臭氧和氯更有效。

甲醛

在温度高于 20℃ 时，甲醛 (HCHO) 是一种能够杀死所有微生物及其孢子的气体。但甲醛对朊蛋白没有杀灭活性。

甲醛起效相对较慢，并需要相对湿度达 70%左右。市场上出售的产品为多聚甲醛——一种固体多聚体，呈薄片状或小块状，或为福尔马林——一种浓度 约为 370g/L (37%) 的气体水溶液，其中含甲醇 (100mL/L) 作为稳定剂。两种形式加热都可以产生气体，用于封闭空间 (如生物安全柜和房间) 的 清除污染和消毒 (见本章“清除局部环境污染”部分)。甲醛 (5%福尔马林水溶液) 可以作为液体消毒剂。

甲醛被怀疑是一种致癌剂。它具有刺鼻的气味，其气体能够刺激眼睛和黏膜，因此必须在通风橱或通风良好的地方储存和使用。必须遵守国家化学品安全规定。

戊二醛

象甲醛一样，戊二醛 $[OHC(CH_2)_3CHO]$ 也对繁殖的细菌、孢子、真菌和含脂或不含脂的病毒具有活性。它不具有腐蚀性，比甲醛作用迅速，但也需要几个小时才能杀死细菌孢子。

通常所供应的戊二醛是浓度约 20g/L (2%) 的溶液，绝大部分产品使用前需要加入与产品一同提供的碳酸氢盐混合物进行“活化” (变成碱性)。活化的溶液根据其配方设计、应用类型和使用频率等情况可以重复使用 1~4 周。与有些产品一同提供的指示剂 (dipstick) 仅用于粗略指示溶液中的活性 戊二醛水平。如果戊二醛溶液变混浊，就应当将其废弃。

戊二醛具有毒性，并对皮肤和黏膜具有刺激性，应当避免与其接触。必须在通风橱或通风良好的地方使用。不建议采用其喷雾剂或溶液来清除环境表面的污染。必须遵守化学品安全的国家规定。

酚类化合物

酚类化合物是一大类最早使用的杀菌剂。但是，最近出于安全考虑而限制了它的使用。它们对繁殖细菌和含脂病毒具有活性，适当配制后，对分枝杆菌也 有活性。它们对孢子没有活性，而对于非含脂病毒的活性则不确定。许多酚类产品可用于清除环境表面的污染，有些 (如三氯生和氯二甲酚) 是最常用的抗菌剂。

三氯生常作为洗手用品。它主要对繁殖的细菌有活性，并且对皮肤和黏膜是安全的。但是，实验研究发现，对低浓度三氯生具有耐受性的细菌对某些抗生素也有耐受性。该领域中这一发现的意义还不清楚。

有些酚类化合物对水的硬度敏感，并可能导致失活，因此必须使用蒸馏水或去离子水来进行稀释。

不建议在食物接触的表面和幼儿活动场所使用酚类化合物。它们可能被橡胶吸收，也可能渗透皮肤。必须遵守国家化学品安全规定。

季铵盐类化合物

季铵盐类化合物大多混合使用，也经常与醇类等其他杀菌剂联合使用。季铵盐类化合物对繁殖的细菌和含脂类病毒具有良好活性。某些类型（如苯扎氯铵）也用作防腐剂。

有些季铵盐类化合物的杀菌作用会受有机质、水的硬度以及阴离子去污剂的显著影响，因此当使用季铵盐化合物进行消毒时，要认真选择预清洁所用的品种。有些具有潜在危害性的细菌能够在季铵盐化合物溶液中生长。由于其生物降解能力较低，这些化合物也可能在环境中蓄积。

乙醇

乙醇（ C_2H_5OH ）和异丙醇 [$(CH_3)_2CHOH$] 具有相似的灭菌特性。它们对于繁殖的细菌、真菌和含脂病毒具有活性，但不能灭活孢子，而对非含脂病毒的作用则不确定。其水溶液最有效的使用浓度约为 70%（v/v）；更高或更低的浓度均不适宜杀菌。醇类溶液的主要优点是处理后物品不会留下任何残留物。

将乙醇与其他试剂混合使用比单独使用更有效，如 70%（v/v）乙醇和 100g/L 的甲醛混合使用，以及使用含有 2g/L 有效氯的乙醇。70%（v/v）乙醇溶液可以用于消毒皮肤、实验台和生物

安全柜的工作台面，以及浸泡小的外科手术器械。由于乙醇可以使皮肤干燥，所以经常与润滑剂混合使用。在不便于或不可能进行彻底洗手的情况下，推荐使用含乙醇的擦手液对轻度污染的手进行消毒。但是必须记住，乙醇对孢子无效，而且不能杀死所有类型的非含脂类病毒。

乙醇是易挥发和易燃的，不能在明火附近使用。其工作液应储存在适当的容器内以避免醇类挥发。乙醇可以硬化橡胶并溶解某些胶质。为了避免乙醇用于其他非灭菌目的，在实验室里对乙醇进行专门的清点和储存是非常重要的。含有乙醇溶液的瓶子必须清楚标记以避免被意外高压灭菌。

碘和碘伏

这类消毒剂的作用与氯类似，只是有机质对它们的抑制作用略弱。碘可以使纤维和环境表面着色，一般不适合作为消毒剂。但是，碘伏和碘酊是很好的抗菌剂。多聚碘（polyvidoneiodine）是一种安全可靠的外科手术擦手剂和手术前皮肤抗菌剂。碘类抗菌剂一般不适用于医疗 / 牙医器械的消毒。碘不能在铝或铜上使用。碘有毒性。含有有机碘的产品必须于 4~10℃ 储存，以避免有潜在危害性的细菌在里面生长。

过氧化氢和过氧乙酸

像氯一样，过氧化氢（ H_2O_2 ）和过氧乙酸（ CH_3COOOH ）是强氧化剂，是一种广谱杀菌剂。对人和环境它们较氯更为安全。

通常供应的过氧化氢是可以立即使用的 3% 的溶液，或是用无菌水稀释 5~10 倍体积后使用的 30% 的水溶液。但是，那种单独含有 3~6% 过氧化氢的溶液杀菌作用缓慢而有限。现有产品中含有其他成分来稳定过氧化氢，加速其杀菌作用并降低其腐蚀性。

过氧化氢能够用于清除实验台和生物安全柜工作台面的污染，较高浓度的溶液适于清除对热敏感的医疗 / 牙医器械的污染。采用过氧化氢或过氧乙酸熏蒸来消毒对热敏感的医疗 / 牙医器械时，需要特殊的设备。

过氧化氢和过氧乙酸能腐蚀铝、铜、黄铜和锌等金属，也能使纤维、头发、皮肤及黏膜褪色。经它们处理的物品必须经过彻底的漂洗后才能接触眼睛和黏膜。它们应当储存在避热和避光的地方。

5.4 清除局部环境的污染

需要联合应用液体和气体消毒剂来清除实验室空间、用具和设备的污染。清除表面污染时可以使用次氯酸钠 (NaOCl) 溶液：含有 1% 有效氯的溶液 适于普通的环境卫生设备，但是当处理高危环境时，建议使用高浓度 (5g/L) 溶液。用于清除环境污染时，含有 3% 过氧化氢的溶液也可以作为漂白剂的代用品。

可以通过加热多聚甲醛或煮沸福尔马林所产生的甲醛蒸气熏蒸来清除房间和仪器的污染。这是一项需要由专门培训的专业人员来进行的、非常危险的操作。产生甲醛蒸气前，房间的所有开口（如门窗等）都应用密封带或类似物加以密封。熏蒸应当在室温不低于 21℃ 且相对湿度 70% 的条件下进行（见本章“清除生物安全柜的污染”部分）。

清除污染时气体需要与物体表面至少接触 8h。熏蒸后，该区域必须彻底通风后才能允许人员进入。在通风之前需要进入房间时，必须戴适当的防毒面具。可以采用气态的碳酸氢铵来中和甲醛。采用过氧化氢溶液对小空间进行气雾熏蒸同样有效，但需要专门的蒸气发生设备。

5.5 清除生物安全柜的污染

清除 I 级和 II 级生物安全柜的污染时，要使用能让甲醛气体独立发生、循环和中和的设备。应当将适量的多聚甲醛（空气中的终浓度达到 0.8%）放在电热板上面的长柄平锅中（在生物安全柜外进行控制）。然后将含有比多聚甲醛多 10% 的碳酸氢铵置于另一个长柄平锅中（在生物安全柜外进行控制）。在柜外将该平锅放置到第二个加热板上，在安全柜外将电热板接上插头通电，以便需要在柜外通过开关电源插头控制盘子的操作。如果相对湿度低于 70%，在使用强力胶带 [如管道胶带 (ducttape)] 密封前部封闭板前，还要在安全柜内部放置一个开口的盛有热水的容器。如果前部没有封闭板，则可以用大块塑料布粘贴覆盖在前部开口和排气口以保证气体不会泄漏进入房间。同时供电线穿过前封闭板的穿透

孔须用 管道胶带密封。

将放有多聚甲醛平锅的加热板插上插头接通电源。在多聚甲醛完全蒸发时拔掉插头以断电。使生物安全柜静置至少6h。然后给放有第二个平锅的加热板 插上插头通电，使碳酸氢铵蒸发。然后拔掉电插头，接通生物安全柜电源两次，每次启动约 2 秒钟来让碳酸氢铵气体循环。在移去前封闭板（或塑料布）和排气口罩 单前，应使生物安全柜静置 30min。使用前应擦掉生物安全柜表面上的残渣。

5.6 洗手 / 清除手部污染

处理生物危害性材料时，只要可能均必须戴合适的手套。但是这并不能代替实验室人员需要经常地、彻底地洗手。处理完生物危害性材料和动物后以及离开实验室前均必须洗手。

大多数情况下，用普通的肥皂和水彻底冲洗对于清除手部污染就足够了。但在高度危险的情况下，建议使用杀菌肥皂。手要完全抹上肥皂，搓洗至少 10 秒钟，用干净水冲洗后再用干净的纸巾或毛巾擦干（如果有条件，可以使用暖风干手器）。

推荐使用脚控或肘控的水龙头。如果没有安装，应使用纸巾或毛巾来关上水龙头，以防止再度污染洗净的手。如上所述，如果没有条件彻底洗手或洗手不方便，应该用酒精擦手来清除双手的轻度污染。

过滤除菌操作的正确顺序是：使用前，将滤器和过滤瓶等全部装置用纸包好经高压灭菌；使用时，在无菌操作条件下将滤器安装到过滤瓶上；用橡皮管以无菌操作将过滤瓶、安全瓶、压差计和抽气系统连接；将待过滤液体注入滤器过滤，时间不宜过长，压力控制在100-200mmHg 为限；过滤除菌操作时，将菌液注入滤器过滤，时间不宜过长，压力控制在100~200mmHg为宜。

5.7 热力消毒和灭菌

加热是最常用的清除病原体污染的物理手段。“干”热没有腐蚀性，可用来处理实验器材中许多可耐受 160℃或更高温度 2~4h 的物品。干热灭菌是 利用热的作用来杀菌，通常在烘箱；干热灭菌效果监测应采用枯草杆菌黑色变种芽孢作生物指示。物燃烧或焚化（见下）也是一种干热方式。高压灭菌的湿热法则最 为有效。

煮沸并不一定能杀死所有的微生物或病原体，但如果其他方法（化学杀菌、清除污染、高压灭菌）不可行或没有条件时，也可以作为一种最起码的消毒措施。灭菌后的物品必须小心操作并保存，以保证在使用之前不再被污染。

使用高压灭菌器时：灭菌器腔内装载要松散，以便蒸汽作用均匀；灭菌器的排水过滤器应经常拆下清洗；待温度降至 80℃以下时才能打开。高压蒸汽灭 菌是对实验材料进行灭菌的

最有效和最可靠的方法，确保正确灭菌的条件是 121℃、灭菌 15 分钟而干热灭菌使用温度和时间通常为 160-400℃，1-5h；采用熏蒸法灭菌，熏蒸过程至少密闭保持 12h；液体和固体物品分开存放。

被病原微生物污染的玻璃器皿，应先放在高压灭菌锅中进行消毒灭菌。用玻璃（细菌）滤器过滤含传染性物质时，应先在 2%的石炭酸溶液中至少浸泡 2h，然后再洗涤、高压灭菌。

湿热灭菌较干热灭菌消毒效果更好，使用也较普遍；使用湿热灭菌时，蛋白质在含水多时容易变性，易于凝固；使用湿热灭菌时，蒸汽具有潜热，当蒸汽与被灭菌的物品接触时，可凝结成水而放出潜热，使温度迅速升高，加强灭菌效果。

5.8 紫外线杀菌

紫外线消毒方便实用，紫外灯可以是固定式，也可以是活动式的，但离被照射物不应超过 1.2M，开启的紫外灯时不可以在紫外灯下工作。紫外线消毒时不能同时开启日光灯和紫外灯；紫外线消毒方便实用，但不能彻底灭菌，特别是对细菌的芽孢杀灭效果较差；

六、生物类废物的处理方法

生物类废物应根据其病源特性、物理特性选择合适的容器和地点，专人分类收集进行消毒、烧毁处理，日产日清。

一次性使用的制品如手套、帽子、工作物、口罩等使用后放入污物袋内集中烧毁。

可重复利用的玻璃器材如玻片、吸管、玻瓶等可以用 1000-3000mg/L 有效氯溶液浸泡 2-6h，然后清洗重新使用，或者废弃。

盛标本的玻璃、塑料、搪瓷容器可煮沸 15min. 或者用 1000mg/L 有效氯漂白粉澄清液浸泡 2-6h，消毒后用洗涤剂及流水刷洗、沥干；用于微生物培养的，用压力蒸汽灭菌后使用微生物检验接种培养过的琼脂平板应压力灭菌 30min，趁热将琼脂倒弃处理。尿、唾液、血液等生物样品，加漂白粉搅拌后作用 2-4h，倒入化粪池或厕所。或者进行焚烧处理。

一般生物医学实验室分区的依据实验因子污染的概率分区。

七、生物实验室的废弃物处理

许多生物实验室存在严重的污染问题，而其中又以废液废品的处理为最，大部分实验室在进行生物实验过程中产生的大量高浓度含有害微生物的培养液、培养基，未经适当的灭菌处理而直接外排，而且许多实验室的下水道与附近居民的下水道相通，污染物通过下水道形成交叉污染，最后流入河中或者渗入地下，时间长了将造成不可估量的危害。

由于目前虽然国家环保总局将各类实验室纳入环保监管范围，但是许多实验室仍然处

于监控真空状态，缺乏规章制度、缺乏实验室污染控制的经费投入、缺乏对实验室的监管等各种原因导致了实验室成为了污染源，对环境造成了威胁，这些种种都需要社会各界的共同关注。

生物实验室产生的废液污染主要是化学性污染和生物性污染，另外还有放射性污染，化学性污染包括有机物污染和无机物污染。有机物污染主要是有机试剂污染和有机样品污染。在大多数情况下，实验室中的有机试剂并不直接参与发生反应，仅仅起溶剂作用，因此消耗的有机试剂以各种形式排放到周边的环境中，排放总量大致就相当于试剂的消耗量。日复一日，年复一年，排放量十分可观。有机样品污染包括一些剧毒的有机样品，如农药、苯并(α)芘、黄曲霉毒素、亚硝胺等。无机物污染有强酸、强碱的污染，重金属污染，氰化物污染等。其中汞、砷、铅、镉、铬等重金属的毒性不仅强，且有在人体中有蓄积性。

生物性污染包括生物废弃物污染和生物细菌毒素污染。生物废弃物有检验实验室的标本，如血液、尿、粪便、痰液和呕吐物等；检验用品，如实验器材、细菌培养基和细菌阳性标本等。生物实验室的通风设备设计不完善或实验过程个人安全保护漏洞，会使生物细菌毒素扩散传播，带来污染，甚至带来严重不良后果。2003年非典流行肆虐后，许多生物实验室加强对SAS病毒的研究，之后报道的非典感染者，多是科研工作者在实验室研究时被感染的。

在对这些污染处理的时候，需要注意以下几个方面：

废液的浓度超过规定的浓度时，必须进行处理。但处理设施比较齐全时，往往把废液的处理浓度限制放宽。

最好先将废液分别处理，如果是贮存后一并处理时，虽然其处理方法将有所不同，但原则上要将可以统一处理的各种化合物收集后进行处理。

处理含有络离子、螯合物之类的废液时，如果有干扰成份存在，要把含有这些成份的废液另外收集。

下面所列的废液不能互相混合：

①过氧化物与有机物；②氰化物、硫化物、次氯酸盐与酸；③盐酸、氢氟酸等挥发性酸与不挥发性酸；④浓硫酸、磺酸、羧基酸、聚磷酸等酸类与其它的酸；⑤铵盐、挥发性胺与碱。

要选择没有破损及不会被废液腐蚀的容器进行收集。将所收集的废液的成份及含量，贴上明显的标签，并置于安全的地点保存。特别是毒性大的废液，尤要十分注意。

对硫醇、胺等会发出臭味的废液和会发生氰、磷化氢等有毒气体的废液，以及易燃性大的二硫化碳、乙醚之类废液，要把它加以适当的处理，防止泄漏，并应尽快进行处理。

含有过氧化物、硝化甘油之类爆炸性物质的废液，要谨慎地操作，并应尽快处理。

含有放射性物质的废弃物，用另外的方法收集，并必须严格按照有关的规定，严防泄漏，谨慎地进行处理；放射性同位素实验室生成的所有废弃物、动物尸体必须经有效衰变并经同位素辐射监测合格后，才能按照一般废弃物、动物尸体进行处置；有关放射性核素的实验操作必须在指定的同位素实验室进行；购买放射性核素必须向同位素实验室负责人申请，办理登记手续。购买、领取、使用、归还放射性同位素时应正确登记、认真检查，做到帐物相符。

另外在处理那些经过或事先未经清除污染的动物尸体以及解剖组织或其他实验室废弃物时，焚烧是一种有效的方法。只有在实验室可以控制焚烧炉的条件下，才能用焚烧代替高压灭菌来处理感染性物质。

需要有效控制温度，并配备二级焚烧室时才能实现彻底焚烧。许多焚烧炉，尤其是那些只有单个焚烧室的，不能满足处理感染性物质、动物尸体和塑料制品的要求。这些材料可能不能完全销毁，微生物、有毒化学品和烟尘还可能通过烟囱排放而污染大气。但也有许多结构令人满意的焚烧室。理想的是一级焚烧室的温度至少应达到 800℃，二级焚烧室的温度至少应达到 1000℃。需要焚烧的材料（即使事先已清除污染）应当用袋子运送到焚烧室，最好使用塑料袋。负责焚烧的工作人员应当接受关于如何装载和控制温度等的正确指导。还需要注明的是，焚烧炉的操作是否有效主要取决于对需要处理的废弃物中物品的正确混合。

人们已经关注到现有的或计划制造中的焚烧炉可能对环境造成的负面影响，并正努力使焚烧炉对环境的影响更小，也更节约能源。

实验室和医学废弃物的处理要遵守各个地区、国家和国际的规定，在设计和执行关于生物危害性废弃物处理、运输和废弃的规划之前，必须参考最新版的相关文件。一般情况下，焚烧炉内的灰烬可以作为普通家庭废弃物处理并由地方有关部门运走。高压灭菌过的废弃物可以在其他地方焚烧后处理，或在指定垃圾场掩埋处理。