

第11章 运动与身体机能变化

主讲：王松涛 教授

华南师范大学 体育科学学院



带着问题去学习

- 运动过程中人体机能状态依次经历5个阶段：
 - 1、赛前状态
 - 如何克服赛前紧张？
 - 2、进入工作状态
 - 为何中长跑刚开始时会腹部疼痛？
 - 3、稳定状态
 - 稳定状态不产生乳酸么？
 - 4、疲劳
 - 厌倦训练是疲劳的表现么？
 - 5、恢复
 - 如何促进疲劳恢复？

第11章 运动与身体机能变化



第一节 赛前状态和准备活动

主讲：王松涛 教授

华南师范大学



第一节 赛前状态与准备活动

■ 一、赛前状态

■ （一）赛前状态的生理变化及其机制

■ 1. 赛前状态的生理变化

■ 神经系统兴奋性提高

■ 内脏器官活动增强

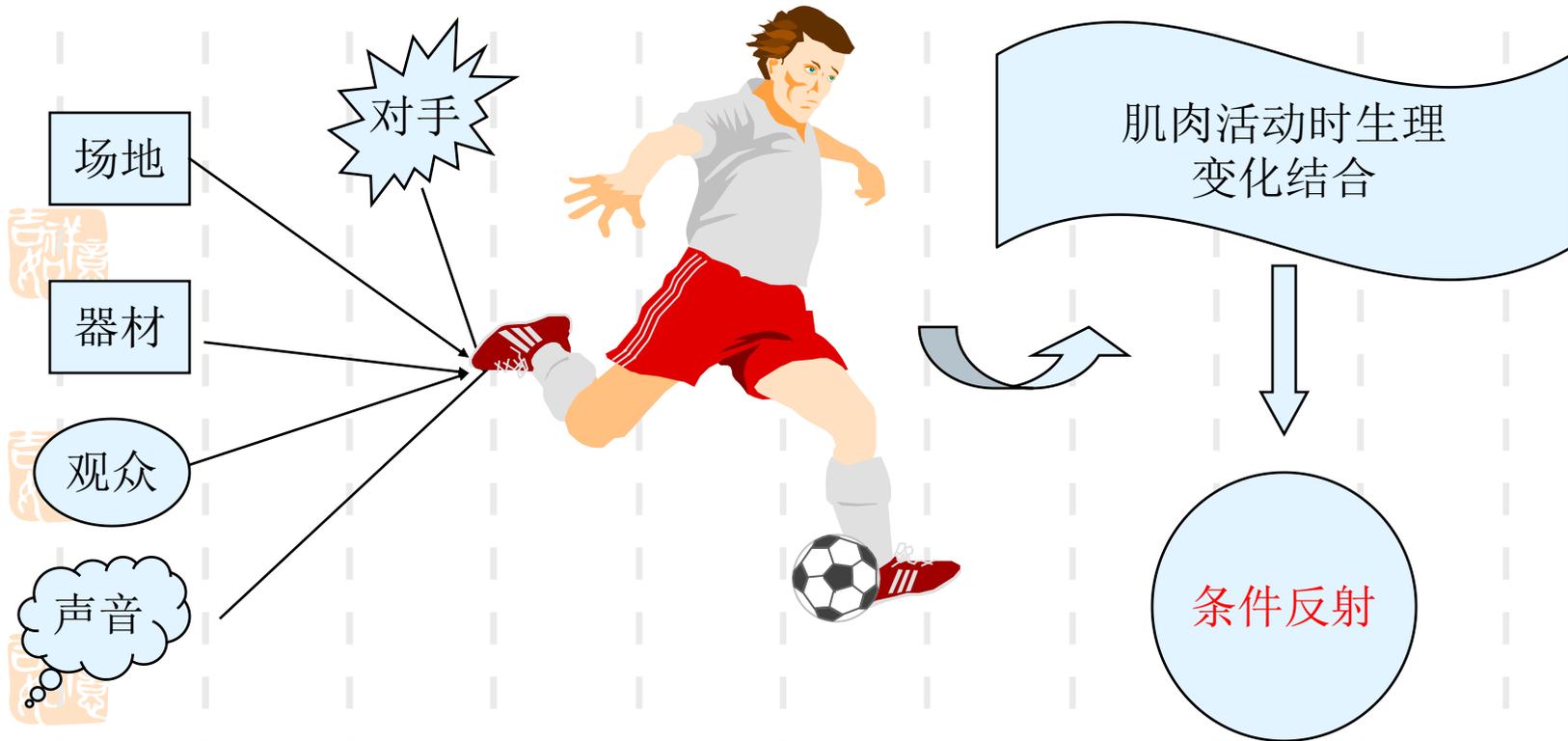
■ 物质代谢加强

■ 体温升高



2. 赛前状态产生的机制

吉祥如意



吉祥如意

吉祥如意

吉祥如意

吉祥如意

吉祥如意

吉祥如意

（二）赛前状态的调整

- 1. 赛前状态的表现
- 1) 良好的赛前状态
- 2) 不良的赛前状态



- 起赛热症型：中枢神经系统的兴奋性过高
- 起赛冷淡型：赛前兴奋性过低

2. 赛前状态的调整

- 1) 要求运动员不断提高心理素质，正确对待比赛
- 2) 组织运动员多参加比赛，增加比赛经验
- 3) 进行适当形式和强度的准备活动

二、准备活动

- (一) 准备活动的生理作用
- 1. 提高中枢神经系统的兴奋水平;
- 2. 增强氧运输系统的机能;
- 3. 升高体温;
- 4. 降低肌肉粘滞性;
- 4. 增加皮肤血流量;
- 5. 痕迹效应。



(二) 影响准备活动生理效应的因素

- 强度：45% V_{O_2max} 强度、心率达100-120次/分
- 时间：10-30分钟

应根据项目特点、个人习惯、训练水平和季节气候等因素适当加以调整，通常以微微出汗及自我感觉已活动开为宜。

- 间隔时间：准备活动的生理效应45min后全消失一般不超过15分钟。



第11章 运动与身体机能变化



第二节 进入工作状态与稳定状态

主讲：王松涛 教授

华南师范大学



一、进入工作状态



- **概念：**运动开始阶段，人体各器官系统工作不可能达到最高水平，而有一个逐渐提高的过程，称为进入工作状态。

- **（一）进入工作状态产生的原因**

- **内脏器官的生理惰性：**

- **1. 自主神经突触联系多，传导速度慢。**
- **2. 神经体液调节惰性大于神经调节**



（二）影响进入工作状态的主要因素

- **影响因素：**工作强度、工作性质、个人特点、训练水平及当时的机能状态。
- 肌肉活动越复杂→进入工作状态的时间越长；
- 训练程度低→进入工作状态的时间长；
- 工作强度越高→进入工作状态的时间就越短。
- 年龄和外界因素也能影响进入工作状态的时间。



(三) “极点”与“第二次呼吸”

- 1. “极点”及其产生原因
- 概念：在强度较大、持续时间较长的剧烈运动中，由于运动初始阶段内脏器官的活动不能满足运动器官的需要，出现的一系列不适的生理反应。
- 表现：呼吸困难、胸闷、头晕、心率剧增、肌肉酸软无力和动作迟缓不协调、及精神低落等症状。
- 机制：内脏生理惰性引起摄氧量难以满足肌肉需要，缺氧、血乳酸浓度升高，导致运动动力定型破坏。



2. “第二次呼吸”及产生的原因

- **概念：**极点后，如依靠意志力并调整运动节奏继续运动，不良生理反应可逐渐消失，此时呼吸均匀自如，动作轻松有力，运动员能以较好的运动状态继续运动下去，该状态称为“第二次呼吸”。
- **原因：**
 - 1) 内脏器官生理惰性克服，氧供应增加，乳酸逐步清除；
 - 2) 运动强度下降，每分需氧量下降，乳酸产生减少，内环境改善，被破坏的动力定型恢复。
- **意义：**“第二次呼吸”出现标志着进入工作状态结束，机体进入稳定状态。



3. 影响“极点”与“第二次呼吸”的因素

- 不同的运动项目、运动强度、训练水平、赛前状态及准备活动均可以影响极点和第二次呼吸。

■ 减轻“极点”反应的主要措施：

- 继续坚持运动；
- 适当降低运动强度；
- 调整呼吸节奏，尤其要注意加大呼吸深度。

二、稳定状态

- **概念：**稳定状态：进入工作状态阶段结束后，人体机能活动可在一段时间内保持在较高的机能状态。
- **（一）真稳定状态**
 - 在进行强度较小、时间较长的运动时，进入工作状态结束后，机体吸氧量和需氧量保持动态平衡。
- **（二）假稳定状态**
 - 在进行强度较大、时间较长的运动中，进入工作状态结束后，吸氧量已达并维持在最大摄氧量，但仍满足不了需氧量，运动中氧亏不断增多。。

第11章 运动与身体机能变化

吉祥

第三节 运动性疲劳

主讲：王松涛 教授

华南师范大学



一、运动性疲劳的特点

- **运动性疲劳**：当机体生理过程不能继续保持在特定水平上进行和/或不能维持预定的运动强度时，称之为运动性疲劳。

运动性疲劳的分类

中枢疲劳、外周疲劳

局部疲劳、整体疲劳



二、运动性疲劳产生的生理机制

■ (一) 外周机制

■ 1. 衰竭假说 (能量消耗学说)

■ 糖元、血糖、**ATP**、**CP**下降

■ 2. 堵塞假说 (代谢产物堆积学说)

H⁺离子上升: 抑制磷酸果糖激酶活性

抑制肌肉收缩 (钙和肌钙蛋白结合)

抑制脂肪酶活性

(一) 外周机制

- 3. 突变假说
- 能量消耗、肌力下降、神经兴奋性丧失等多因素的综合表现。



4. 内环境稳定性失调假说

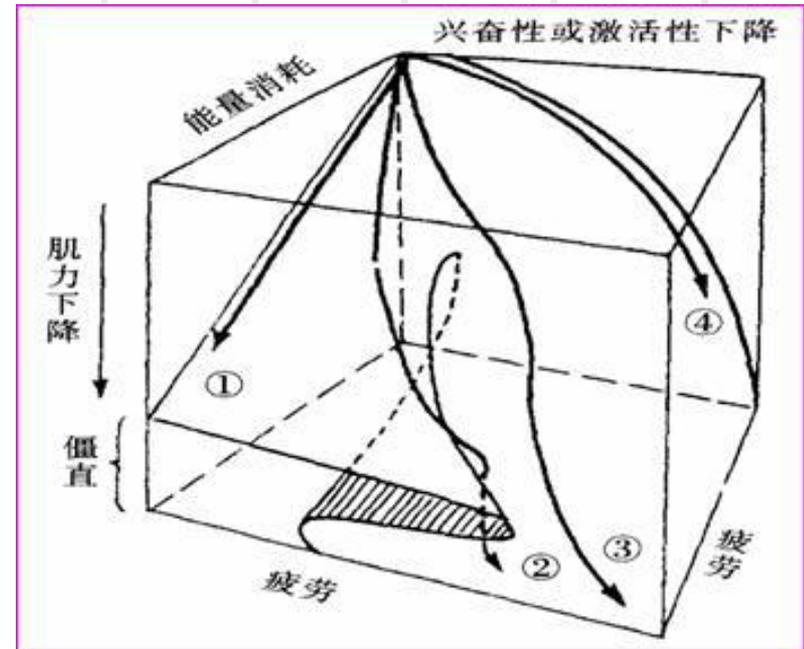
- 失水、PH



5. 自由基假说



自由基对生物膜的损害



(二) 中枢机制

吉祥

1. 保护性抑制学说

- 大脑皮质在高强度或长时间工作过程中处于一种高度持续兴奋状态，使大脑工作能力下降，为防止进一步耗损，大脑皮质转为抑制状态。

2. 运动环路失调假说

- 运动输出主要受抑制系统和易化系统之间的平衡调节。



吉祥

吉祥

吉祥

吉祥

四、运动性疲劳的检测指标

- (一) 神经系统的检测
- 1. 反应时
- 2. 皮肤空间阈值
- 1.5 < 阈值 < 2 轻度疲劳
- 阈值 > 2 重度疲劳
- 3. 闪光融合度
- 1~3.9Hz 轻度疲劳；
- 4~7.9Hz 中度疲劳；
- 8Hz以上 重度疲劳。



(二) 生物电的检测



■ 1. 心电图

- 运动疲劳时，**S-T**段向下偏移，**T**波可能倒置。

■ 2. 肌电图

- 运动疲劳时，肌电振幅增大、频率降低、电机械延迟延长。

■ 3. 脑电图

- 运动疲劳时，慢波成分增加。

(三) 主观用力感觉的检测 (RPE)

- 如果用**RPE**的等级数值乘以**10**，相应的得数就是完成这种负荷的心率。

表 12-3 主观体力感觉等级表

RPE	主观运动感觉
6	安静
7	非常轻松
8	
9	很轻松
10	
11	轻松
12	
13	稍费力
14	
15	费力
16	
17	很费力
18	
19	非常费力
20	

(四) 运动系统检测

吉祥

- 1. 肌肉硬度
- 2. 呼吸肌耐力
- 3. 运动前后肌肉力量
- 4. 下肢肌肉围度



吉祥

吉祥

吉祥

吉祥

(五) 生化指标



- 1、物质能量系统代谢指标
- 1) 血乳酸：同一个体安静时超过正常值范围，运动时最大乳酸值下降，在相同负荷练习后血乳酸升高或清除时间延长提示运动性疲劳。
- 2) 血尿素：一次训练课后、次日清晨，血尿素超过8.0mmol/L时，表明运动量过大，机体有潜在疲劳。
- 3) 血氨：运动性高血氨是运动性疲劳的重要因素之一。
- 4) 尿蛋白：运动负荷明显提高时，尿蛋白在运动后排出量增多，并且延续到次日清晨或更长时间，表明机能不适应或疲劳未消除的表现；
- 5) 尿胆原：尿胆原是机体内血红蛋白的分解产物。当运动负荷增大、机体有疲劳时、机能状态不佳时，尿胆原增加。尿胆原安静状态下高于2mg%，且连续2-3天，是疲劳的表现。



(五) 生化指标



■ 2、氧转运指标

- 1) **HR**: 定量负荷后, 恢复时间延长, 基础心率加快。
- 2) **Hb**: 大负荷训练日, 血红蛋白持续下降或低于正常值。

■ 3、内分泌系统

- 1) **血睾酮 (T)**: 在疲劳、过度训练或机能不好时, 血睾酮下降。
- 2) **皮质醇 (C)**: 当运动后血皮质醇仍高于安静时水平, 导致机体分解代谢过于旺盛; 较高的血皮质醇水平会抑制机体的免疫机能。
- 3) **血睾酮/皮质醇 (T/C)**: 血清**T/C**比值大幅度降低提示分解大于合成代谢



第11章 运动与身体机能变化

吉祥

第四节 恢复过程

主讲：王松涛 教授

华南师范大学



一、恢复过程的一般规律



■ (一) 恢复过程的阶段特点

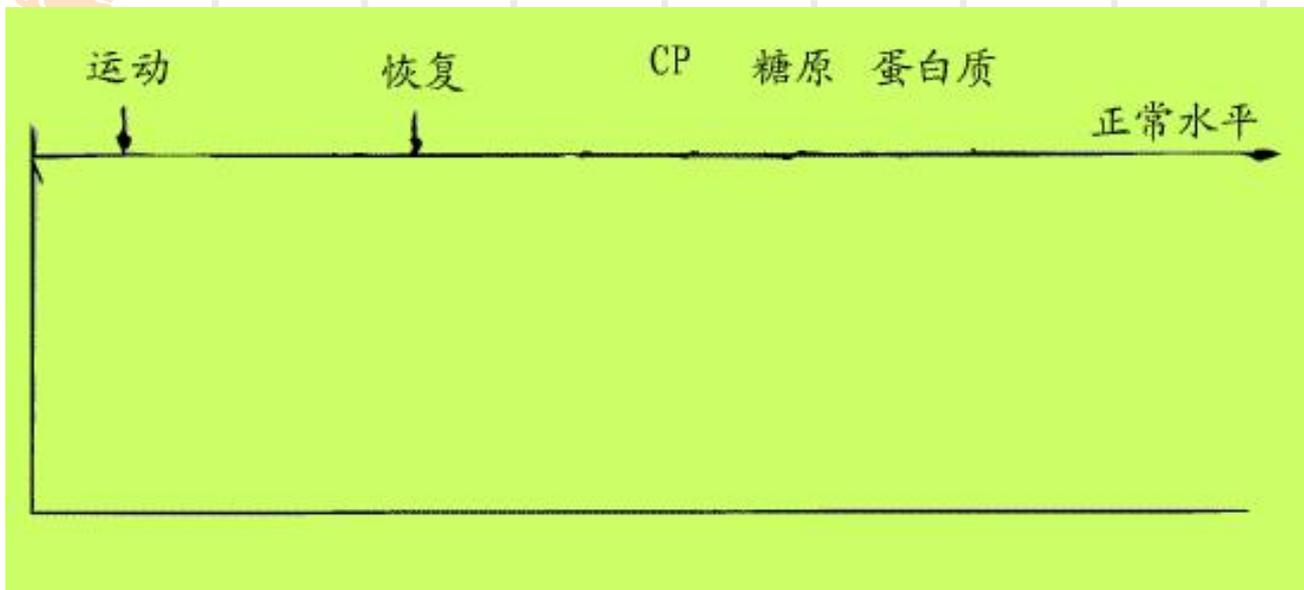
- 第一阶段：运动中恢复。能源物质消耗 $>$ 能源物质合成（恢复 $<$ 消耗）
- 第二阶段：运动后恢复。能源物质消耗 $<$ 能源物质合成（恢复 $>$ 消耗）
- 第三阶段：超量恢复。运动中消耗的能量物质在运动后一段时间内不仅恢复到原来水平，而且还超过原来水平的现象。



(二) 超量恢复

吉祥

- 具有强度依赖性和时间依赖性
- 一定范围内，肌肉活动量愈大，消耗过程愈剧烈，超量恢复愈明显；
- 活动量过大，超过了生理范围，恢复过程延缓；
- 在超量恢复阶段比赛和训练能提高训练效果和成绩。



吉祥

吉祥

吉祥

运动后能源储备的恢复规律

1. 磷酸原的恢复

- 恢复速度是很快的，20-30S恢复一半，2-3min完全恢复。
- 磷酸原的恢复主要由有氧氧化系统供能。

2. 肌糖原贮备的恢复

- 影响肌糖原恢复速度有两个主要因素：运动强度、膳食。
- 长时间运动致使肌糖原耗尽：高糖膳食46小时即可完全恢复，前10小时恢复最快。
- 短时间、高强度的间歇运动：普通膳食还是高糖膳食，肌糖原的完全恢复都需要24小时，前5小时恢复最快。

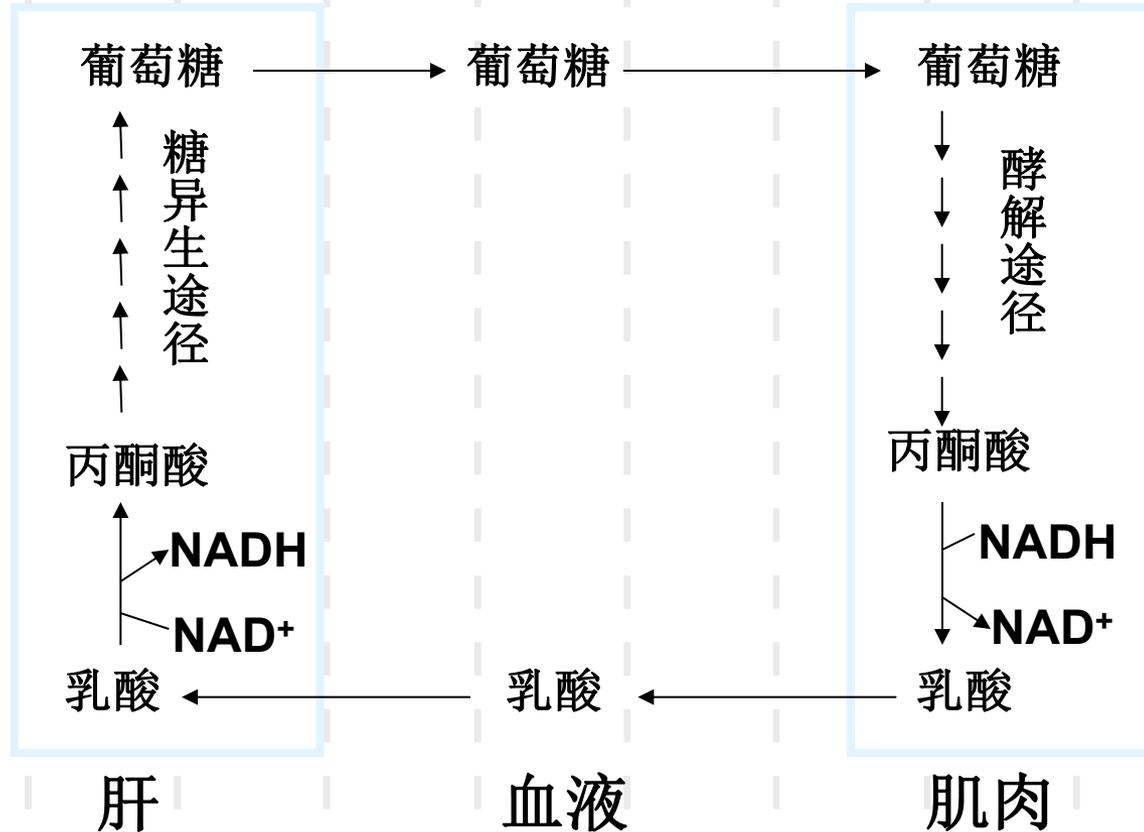
3. 氧合肌血红蛋白的恢复

- 在肌肉工作中氧合血红蛋白能迅速解离释放氧被利用，而在运动后几秒钟可完全恢复。

乳酸再利用

吉祥如意

- 1. 乳酸在肝脏→肝糖原（小部分）
- 经血管的乳酸穿梭：



乳酸再利用



- 2. 乳酸在工作肌→氧化分解（大部分）
- 工作肌肉内乳酸穿梭：运动过程中工作肌肉内生成的乳酸，在工作肌不同类型的肌纤维中进行重新分配和代谢的过程。



表 9-15 力竭性运动后可供选择的恢复时间

恢复物质	恢复时间		
	半时反应时间	最短恢复时间	最长恢复时间
ATP、CP	20~30 秒	2~3 分	5~8 分
肌糖原：间歇运动后	5 小时		24 小时
持续运动后	10 小时		46 小时
肝糖原	不清楚		12~24 小时
乳酸清除：运动性恢复	10~15 分	30 分	1 小时
休息性恢复	25 分	1 小时	2 小时
氧储备		10~15 秒	1 分

二、促进恢复过程的措施

■ (一) 整理活动

■ 变换活动部位和调整运动强度：积极性休息

■ (二) 营养手段

■ 平衡膳食

■ (三) 物理手段



第11章 运动与身体机能变化



第五节 脱训与尖峰状态训练

主讲：王松涛 教授

华南师范大学



一、脱训

吉祥

- **概念：** 由于训练减少或停止，先前所形成的解剖、生理及运动成绩的适应会完全或部分消失。
- **（一）脱训对身体机能的影响**
- **1. 心肺系统：** 已提高的心肺系统功能下降
- **2. 身体素质：** 肌肉力量和功率、柔韧性下降



吉祥

吉祥

吉祥

吉祥

吉祥

（二）脱训应注意的生理问题

- 与未经训练者相比，训练有素者脱训中损失更多；
- 脱训后，心肺耐力下降远大于肌肉耐力、力量和功率的下降；
- 为保持心肺耐力，每周至少训练**3**次，强度到达正常训练强度**70%**；
- 脱训期只需很少的运动刺激就可以保持肌肉力量和功率。

二、尖峰状态训练



- **概念：**运动员在参加大赛前的最后几天，采用降低训练负荷的一种训练方式，称为尖峰状态训练。
- **训练负荷降低包括：**训练量、训练强度、训练频率以及持续时间改变等。**4~28天。**
- **尖峰状态训练适合典型运动项目包括：**田径、游泳、自行车、帆船及铁人三项等。



小结



- 名词:

- 运动性疲劳、超量恢复

- 问题:

- 准备活动的生理作用

- 知识点:

- 赛前状态和进入工作状态的生理机制分别是什么?

- 运动过程中依次经过哪几个机能状态

- 极点和第二次呼吸现象的表现及其原因



**Thank you
for your
attention!**

