

Fisiologia – Sistema Digestório

O sistema ou aparelho digestivo (também chamado sistema digestório) é o sistema que, nos animais, é responsável por obter dos alimentos ingeridos os nutrientes necessários às diferentes funções do organismo, como crescimento, energia para reprodução, locomoção, etc. É composto por um conjunto de órgãos que têm por função a realização da digestão.

O tubo digestivo apresenta as seguintes regiões; boca, faringe, esôfago, estômago, intestino delgado, intestino grosso e ânus. A parede do tubo digestivo tem a mesma estrutura da boca ao ânus, sendo formada por quatro camadas: mucosa, submucosa, muscular e adventícia. Os dentes e a língua preparam o alimento para a digestão, por meio da mastigação, os dentes reduzem os alimentos em pequenos pedaços, misturando-os a saliva, o que irá facilitar a futura ação das enzimas. A língua movimentada empurra o alimento em direção à garganta, para que seja engolido. Na superfície da língua existem dezenas de papilas gustativas, cujas células sensoriais percebem os quatro sabores primários: doce, azedo, salgado e amargo. A presença de alimento na boca, como sua visão e cheiro, estimula as glândulas salivares a secretar saliva, que contém a enzima amilase salivar ou ptialina, além de sais e outras substâncias.

Saliva e Peristaltismo

A amilase salivar digere o amido e outros polissacarídeos (como o glicogênio), reduzindo-os em moléculas de maltose (dissacarídeo). Os sais, na saliva, neutralizam substâncias ácidas e mantêm, na boca, um pH levemente ácido (6, 7), ideal para a ação da ptialina. O alimento, que se transforma em bolo alimentar, é empurrado pela língua para o fundo da faringe, sendo encaminhado para o esôfago, impulsionado pelas ondas peristálticas, levando entre 5 e 10 segundos para percorrer o esôfago. Através do peristaltismo, você pode ficar de cabeça para baixo e, mesmo assim, seu alimento chegará ao intestino. Entra em ação um mecanismo para fechar a laringe, evitando que o alimento penetre nas vias respiratórias. Quando a cárdia (anel muscular, esfíncter) se relaxa, permite a passagem do alimento para o interior do estômago.

Estômago e Suco gástrico

No estômago, o alimento é misturado com a secreção estomacal, o suco gástrico (solução rica em ácido clorídrico e em enzimas). A pepsina decompõe as proteínas em peptídeos pequenos. A renina, produzida em grande quantidade no estômago de recém-nascidos, separa o leite em frações líquidas e sólidas.

Apesar de estarem protegidas por uma densa camada de muco, as células da mucosa estomacal são continuamente lesadas e mortas pela ação do suco gástrico. Por isso, a mucosa está sempre sendo regenerada. Estima-se que nossa superfície estomacal seja totalmente reconstituída a cada três dias. O estômago produz cerca de três litros de suco gástrico por dia. O alimento pode permanecer no estômago por até quatro horas ou mais e se mistura ao suco gástrico auxiliado pelas contrações da musculatura estomacal. O bolo alimentar transforma-se em uma massa acidificada e semilíquida, o quimo. Passando por um esfíncter muscular (o piloro), o quimo vai sendo, aos poucos, liberado no intestino delgado, onde ocorre a parte mais importante da digestão.

Hormônios

Durante a digestão, são produzidos certos hormônios essenciais ao processo digestivo. No estômago, ocorre a formação de gastrina, hormônio cuja função é estimular a produção de ácido clorídrico. Já no intestino, ocorre a produção de três hormônios essenciais ao processo digestivo. A secretina atua sobre o pâncreas, estimulando a liberação de bicarbonato, enquanto que o hormônio colecistoquinina estimula a liberação de bile pela vesícula biliar e a liberação de enzimas pelo pâncreas. Por fim, o hormônio enterogastrona atua sobre o estômago, inibindo o peristaltismo estomacal.

Intestino delgado, Suco pancreático e Bile

O intestino delgado é um tubo com pouco mais de 6 m de comprimento por 4 cm de diâmetro e pode ser dividido em três regiões: duodeno (cerca de 25 cm), jejuno (cerca de 5 m) e íleo (cerca de 1,5 cm).

A digestão do quimo ocorre predominantemente no duodeno e nas primeiras porções do jejuno. No duodeno atua também o suco pancreático, produzido pelo pâncreas, que contém diversas enzimas digestivas. Outra secreção que atua no duodeno é a bile, produzida no fígado e armazenada na vesícula biliar. O pH da bile oscila entre 8,0 e 8,5. Os sais biliares têm ação detergente, emulsificando ou emulsionando as gorduras (fragmentando suas gotas em milhares de microgotículas). O suco pancreático, produzido pelo pâncreas, contém água, enzimas e grandes quantidades de bicarbonato de sódio. O pH do suco pancreático oscila entre 8,5 e 9. Sua secreção digestiva é responsável pela hidrólise da maioria das moléculas de alimento, como carboidratos, proteínas, gorduras e ácidos nucleicos. A mucosa do intestino delgado secreta o suco entérico, solução rica em enzimas e de pH aproximadamente neutro. No suco entérico há enzimas que dão seqüência à hidrólise das proteínas.

No intestino, as contrações rítmicas e os movimentos peristálticos das paredes musculares, movimentam o quimo, ao mesmo tempo em que este é atacado pela bile, enzimas e outras secreções, sendo transformado em quilo.

Observe na tabela a seguir, as principais enzimas envolvidas no processo digestivo:

Suco digestivo	Enzima	pH ótimo	Substrato	Produtos
Saliva	Ptialina	neutro	polissacarídeos	maltose
Suco gástrico	Pepsina	ácido	proteínas	oligopeptídeos
Suco pancreático	Quimiotripsina	alcalino	proteínas	peptídeos
	Tripsina	alcalino	proteínas	peptídeos
	Amilopepsina	alcalino	polissacarídeos	maltose
	Rnase	alcalino	RNA	ribonucleotídeos
	Dnase	alcalino	DNA	desoxirribonucleotídeos
	Lipase	alcalino	lipídeos	glicerol e ácidos graxos
Suco intestinal ou entérico	Carboxipeptidase	alcalino	oligopeptídeos	aminoácidos
	Aminopeptidase	alcalino	oligopeptídeos	aminoácidos
	Dipeptidase	alcalino	dipeptídeos	aminoácidos
	Maltase	alcalino	maltose	glicose
	Sacarase	alcalino	sacarose	glicose e frutose
	Lactase	alcalino	lactose	glicose e galactose

Absorção de nutrientes no intestino delgado

O álcool etílico, alguns sais e a água podem ser absorvidos diretamente no estômago. A maioria dos nutrientes é absorvida pela mucosa do intestino delgado, de onde passam para a corrente sanguínea.

Aminoácidos e açúcares atravessam as células do revestimento intestinal e passam para o sangue, que se encarrega de distribuí-los a todas as células do corpo. O glicerol e os ácidos graxos resultantes da digestão de lipídios são absorvidos pelas células intestinais, onde são convertidos em lipídios e agrupados, formando pequenos grãos, que são secretados nos vasos linfáticos das vilosidades intestinais, atingindo a corrente sanguínea.

Depois de uma refeição rica em gorduras, o sangue fica com aparência leitosa, devido ao grande número de gotículas de lipídios. Após uma refeição rica em açúcares, a glicose em excesso presente no sangue é absorvida pelas células hepáticas e transformada em glicogênio e sendo convertida em glicose novamente assim que a taxa de glicose no sangue cai.

Intestino grosso

É o local de absorção de água, tanto a ingerida quanto a das secreções digestivas. Uma pessoa bebe cerca de 1,5 litros de líquidos por dia, que se une a 8 ou 9 litros de água das secreções. Glândulas da mucosa do intestino grosso secretam muco, que lubrifica as fezes, facilitando seu trânsito e eliminação pelo ânus. Mede cerca de 1,5 m de comprimento e divide-se em ceco, cólon ascendente, cólon transversal, cólon descendente, cólon sigmóide e reto. A saída do reto chama-se ânus e é fechada por um músculo que o rodeia, o esfíncter anal.

Numerosas bactérias vivem em mutualismo no intestino grosso. Seu trabalho consiste em dissolver os restos alimentícios não assimiláveis, reforçar o movimento intestinal e proteger o organismo contra bactérias estranhas, geradoras de enfermidades.

As fibras vegetais, principalmente a celulose, não são digeridas nem absorvidas, contribuindo com porcentagem significativa da massa fecal. Como retêm água, sua presença torna as fezes macias e fáceis de serem eliminadas.

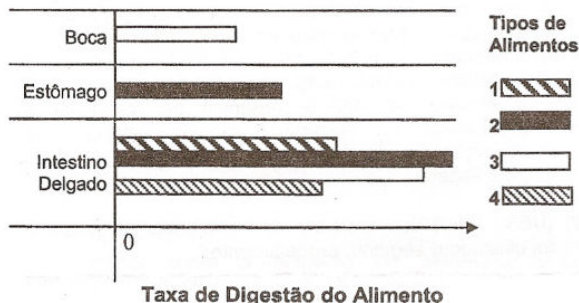
O intestino grosso não possui vilosidades nem secreta sucos digestivos, normalmente só absorve água, em quantidade bastante consideráveis. Como o intestino grosso absorve muita água, o conteúdo intestinal se condensa até formar detritos inúteis. A distensão provocada pela presença de fezes estimula terminações nervosas do reto, permitindo a expulsão de fezes, processo denominado defecação.

EXERCÍCIOS:

1) (FUVEST) Qual dos órgãos humanos abaixo citados **não** produz enzimas digestivas?

- glândulas salivares
- estômago
- vesícula biliar
- jejuno-íleo
- pâncreas

2) (UFF 2004) Durante o processo evolutivo, a anatomia e a fisiologia digestivas dos animais adaptaram-se, eficientemente, às suas características alimentares. No homem, o alimento é digerido seqüencialmente nos diversos compartimentos do tubo digestivo até atingir condições ideais para absorção. Observe abaixo a indicação dos tipos de alimentos, enumerados de 1 a 4, em diferentes padrões, e o gráfico de barras que registra as taxas de digestão referentes aos tipos distintos de alimentos em cada compartimento digestivo do homem:



As características digestivas do principal carboidrato e da mais importante proteína do leite apresentam um perfil similar aos tipos de alimentos identificados, respectivamente, pelos números:

- 1 e 2
- 3 e 1
- 3 e 2
- 3 e 4
- 4 e 1

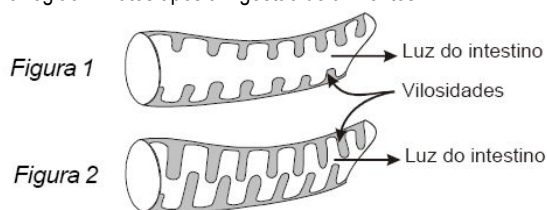
3) (PUC-RJ 2005) As condições de acidez dos sucos presentes no sistema digestório humano variam de acordo com as diferentes partes do tubo digestório. Assim em relação ao pH podemos afirmar que:

- Na boca é ácido e lá ocorre principalmente a digestão de amido.
- Na boca é neutro e lá ocorre principalmente a digestão de gordura.
- No estômago é ácido e lá ocorre principalmente a digestão de proteínas.
- No intestino é neutro e lá não ocorre nenhum tipo de digestão enzimática.
- No estômago é básico e lá ocorre principalmente a digestão de proteínas.

4) (UCSal-BA) Para estudar experimentalmente a digestão da proteína do leite, o procedimento mais adequado seria usar:

- pepsina em meio ácido
- pepsina em meio básico
- tripsina em meio ácido
- lipase em meio ácido
- lipase em meio básico

5) (UFRJ 2006) A figura 1 a seguir mostra as vilosidades do intestino de uma serpente após um longo período de jejum, enquanto a figura 2 mostra a mesma região minutos após a ingestão de alimentos.



Essa rápida alteração nas vilosidades é causada por um intenso aumento da irrigação sanguínea na porção interna dessas estruturas. Tal mudança após a alimentação é importante para o aumento da eficiência do processo de nutrição das serpentes. **Por que a alteração nas vilosidades contribui para a eficiência da nutrição das serpentes? Justifique sua resposta.**

6) (UFMG) Uma mistura de suco pancreático, proteína, gordura e celulose foi repartida por dois tubos de ensaio. Ao Tubo 1 acrescentou-se uma base e ao Tubo 2, um ácido. Que letra da tabela seguinte indica **corretamente** os resultados esperados nessa experiência? (O sinal - significa ausência de digestão.)

	Tubo 1 (pH 8) digestão de	Tubo 2 (pH 3) digestão de
a)	proteína, gordura e celulose	-----
b)	-----	proteína, gordura e celulose
c)	-----	proteína e gordura
d)	proteína e gordura	proteína e gordura
e)	proteína e gordura	-----

7) (CESGRANRIO) Numere as enzimas responsáveis pela digestão de proteínas no homem, relacionadas abaixo, na segunda coluna, de acordo com as suas origens, citadas na primeira coluna:

- | | |
|------------------------------------|-----------------------|
| (1) glândulas salivares | () pepsina |
| (2) estômago | () tripsina |
| (3) pâncreas | () quimotripsina |
| (4) glândulas da parede intestinal | () carboxipeptidases |
| | () aminopeptidases |

Assinale a seqüência correta:

- 1 - 2 - 2 - 4 - 4
- 2 - 3 - 3 - 3 - 4
- 1 - 3 - 3 - 3 - 4
- 1 - 2 - 2 - 3 - 3
- 2 - 3 - 3 - 1 - 1

8) (UFRGS) A bile produzida pelo fígado tem como função:

- lubrificar a mucosa intestinal
- emulsionar as gorduras
- estimular a secreção gástrica
- provocar a contração da vesícula
- digerir as proteínas

9) (CESGRANRIO) O homem nutre-se essencialmente pela absorção de produtos assimiláveis derivados da hidrólise dos alimentos pela ação das enzimas do trato gastrointestinal. Em decorrência desta afirmativa, este processo particulariza um exemplo de:

- a) endocitose
- b) pinocitose reversa
- c) ingestão
- d) digestão intracelular
- e) digestão extracelular

10) (UERJ 2002) A síndrome conhecida como vaca louca é uma doença infecciosa que ataca o sistema nervoso central de animais e até do homem. O agente infeccioso dessa doença é um príon - molécula normal de células nervosas - alterado em sua estrutura tridimensional. Os príons assim alterados têm a propriedade de transformar príons normais em príons infecciosos. Os príons normais são digeridos por enzimas do tipo da tripsina. Curiosamente, os alterados não o são, o que, entre outras razões, permite a transmissão da doença por via digestiva. Tais dados indicam que a molécula do príon é de natureza:

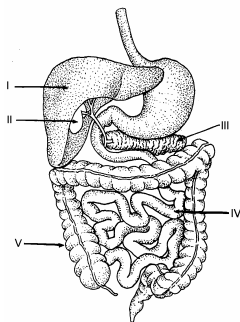
- (A) glicolipídica
- (B) polipeptídica
- (C) polissacarídica
- (D) oligonucleotídica

11) (UFRJ 1997) No nosso organismo existem dois tipos de enzimas do tipo "alfa-amilase", a amilase pancreática e a amilase salivar, com velocidades de reação muito próximas entre si. **Explique por que a amilase pancreática é a mais importante para a digestão completa do amido ingerido na alimentação.**

12) (CESGRANRIO) O principal local de absorção de nutrientes no tubo digestivo humano é:

- a) estômago
- b) jejuno-íleo
- c) colo transverso
- d) colo descendente
- e) sigmóide

13) (OSEC-SP) O esquema a seguir apresenta um conjunto de órgãos, numerados, do aparelho digestivo. As funções de absorção de água e produção da bile são realizadas, respectivamente, por:



- a) V e I
- b) IV e I
- c) II e III
- d) V e II
- e) I e II

14) (UFPA) O material retirado de um determinado órgão de um macaco foi repartido em seis tubos de ensaio. Aos tubos I e II acrescentou-se um pedaço de carne; aos tubos III e IV, um pedaço de batata; e aos tubos V e VI, um pouco de manteiga. Aos tubos I, III e VI acrescentou-se um pouco de ácido clorídrico. Após 12 horas, a 38° C, verificou-se que apenas no tubo I houve digestão. O material usado neste experimento foi retirado:

- a) do estômago
- b) do intestino
- c) da vesícula
- d) do pâncreas
- e) das glândulas salivares

15) (PUC-RJ) A diferença fundamental nos processos digestivos entre animais carnívoros e animais ruminantes é a existência, nesses últimos, de recurso específico de digestão para:

- a) gordura
- b) proteína
- c) celulose
- d) amido
- e) glicose

16) (UFBA) Na digestão, a redução dos alimentos a partículas através de processos mecânicos tem por finalidade:

- a) facilitar a eliminação de substâncias inúteis.
- b) possibilitar a passagem do alimento para o sangue.
- c) transformar os complexos alimentares em substâncias mais simples.
- d) aumentar a superfície de exposição dos alimentos à ação das enzimas.
- e) reduzir grandes moléculas orgânicas a moléculas pequenas com maior valor nutritivo.

17) (UECE) Assinale a afirmação correta relativa à digestão e absorção de substâncias nutritivas no homem:

- a) O amido é digerido pela ptialina existente na saliva e o produto da digestão é absorvido principalmente na boca e no esôfago.
- b) As proteínas são digeridas pela pepsina produzida nas glândulas gástricas e sua absorção ocorre principalmente no estômago.
- c) Os lipídios são digeridos pela lipase produzida na vesícula biliar e sua absorção ocorre principalmente no intestino grosso.
- d) A celulose é absorvida integralmente no intestino grosso, sem necessidade de sofrer ação de enzimas digestivas.
- e) A glicose não necessita de desdobramento por enzimas.

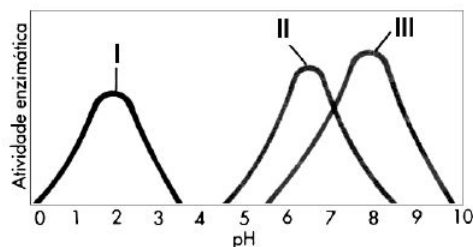
18) (MACK-SP) A celíase é uma doença caracterizada pela intolerância ao glúten presente em trigo, centeio e aveia. Nas pessoas que apresentam essa doença, o glúten provoca a atrofia da mucosa que reveste internamente o intestino delgado, tornando-a lisa. Assinale a alternativa que descreve a(s) consequência(s) dessa lesão.

- a) desnutrição por incapacidade de digestão de carboidratos e proteína.
- b) diarreia e desidratação por dificuldade de absorção de água.
- c) diarreia e emagrecimento, pois a superfície de absorção de nutrientes diminui.
- d) anemia devida à hemorragia apresentada.
- e) diarreia por incapacidade de emulsionar e digerir lipídios.

19) (Fuvest-SP) Ao comer um sanduíche de pão, manteiga e bife, a digestão do:

- a) bife inicia-se na boca, a do pão, no estômago, sendo papel do fígado produzir a bile que facilita a digestão das gorduras da manteiga.
- b) bife inicia-se na boca, a do pão, no estômago, sendo papel do fígado produzir a bile, que contém enzimas que digerem gorduras da manteiga.
- c) pão inicia-se na boca, a do bife, no estômago, sendo papel do fígado produzir a bile que facilita a digestão das gorduras da manteiga.
- d) pão inicia-se na boca, a do bife, no estômago, sendo papel do fígado produzir a bile, que contém enzimas que completam a digestão do pão, do bife e das gorduras da manteiga.
- e) pão e a do bife iniciam-se no estômago, sendo as gorduras da manteiga digeridas pela bile produzida no fígado.

20) (UFV 2006) Embora as atividades das enzimas ptialina, pepsina e tripsina sejam bem caracterizadas nos seus respectivos pH fisiológicos em seres humanos, o gráfico abaixo demonstra estas atividades com as variações de amplitude de pH quando realizadas in vitro.



Observe o gráfico e assinale a afirmativa CORRETA:

- a) A pepsina é representada por II; a sua atuação ocorre tanto em pH ácido quanto em neutro.
- b) A ptialina é representada por I; a sua atividade é maior em pH mais alcalino.
- c) A tripsina é representada por III; a sua atividade pode ocorrer do pH ácido ao alcalino.
- d) As enzimas I e III atuam sobre carboidratos, embora suas atividades ocorram em pH diferentes.
- e) As enzimas II e III não apresentam atividades na digestão de seus substratos em pH neutro

GABARITO

1) C

2) C

3) C

4) A

5) Porque o aumento de tamanho das vilosidades aumenta a superfície relativa, tornando a absorção de nutrientes mais eficiente.

6) E

7) B

8) B

9) E

10) B

11) Como o alimento permanece na boca por pouco tempo, a amilase salivar só consegue degradar o amido parcialmente. Em seguida, devido à acidez do estômago e às enzimas proteolíticas, a amilase salivar é inativada. A amilase pancreática, que é secretada e atua no intestino, digere o amido completamente.

12) B

13) A

14) A

15) C

16) D

17) E

18) C

19) C

20) C