

Name: _____

Datum: _____

Biologie Kursarbeit Q2

Thema: Neurobiologie/ Vom Reiz zur Reaktion

Aufgabe 1

1. Erläutern Sie die Erregungsübertragung an einer Neuromuskulären Synapse ohne Einwirkung von Muskelrelaxanzien.
2. Erläutern Sie die Vorgehensweise und Notwendigkeit des neuromuskulären Monitorings und beschreiben Sie die Messergebnisse! Erklären Sie die unterschiedlichen Untersuchungsergebnisse nach Einwirken der beiden verschiedenen Muskelrelaxanzien.
3. Diskutieren Sie, ob Acetylcholin-Esterasehemmer als Antidot für beide Muskelrelaxanzien geeignet sind.

Aufgabe 2

1. Beschreiben Sie anhand des Materials, wie bei der Katze der Eisprung ausgelöst wird.
2. Erklären Sie den Mechanismus zur Regulation der Ovulation bei der Katze und den dafür verwendeten Fachbegriff des neuro-endokrinen Reflexwegs.
3. Vergleichen Sie die Ovulationsregulation bei Katze und Mensch.

Aufgabe 1/ Material

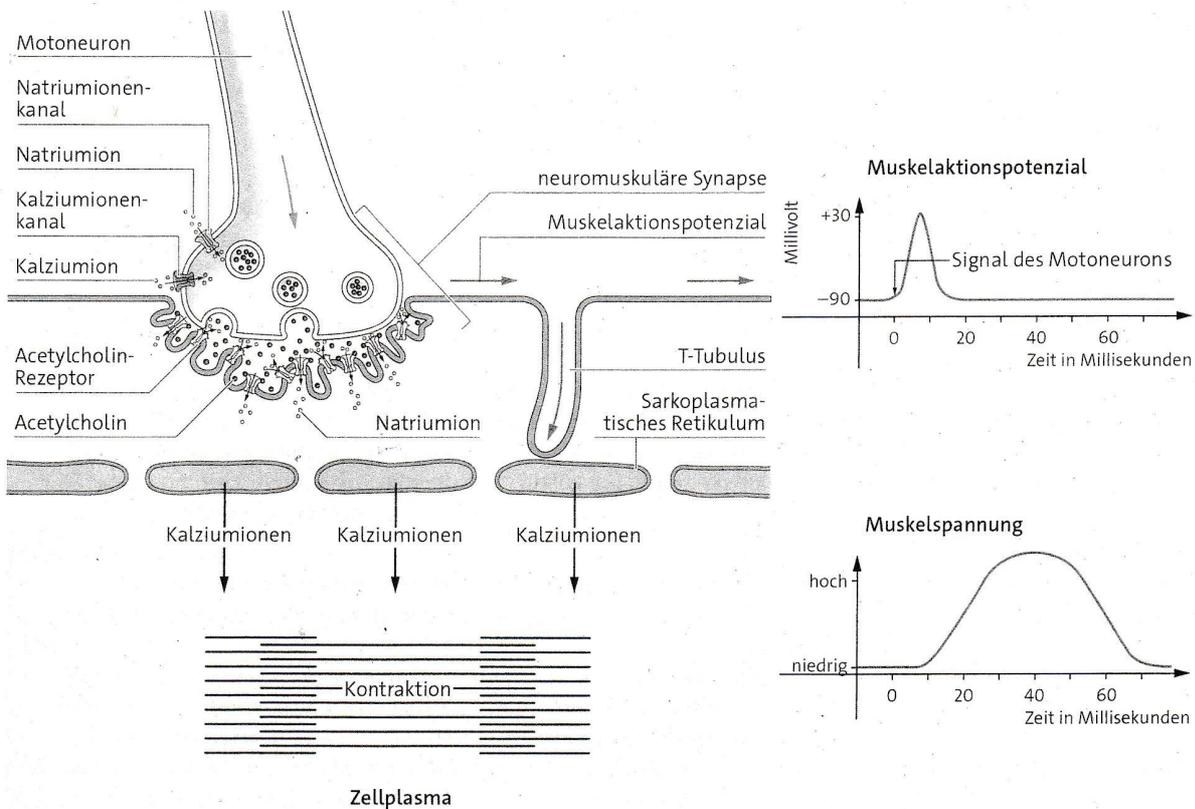
Vom Reiz zur Reaktion

Material: Überwachung der Muskelrelaxation während einer Operation

A Wirkung von Muskelrelaxanzien

Bei vielen Operationen sind auch leichte Bewegungen des Patienten störend. Deshalb werden zum Beispiel bei Augenoperationen Medikamente eingesetzt, die zur Erschlaffung der Skelettmuskeln führen, die Muskelrelaxanzien. Zunächst werden die kleinen Muskeln der Augen und Finger, die durch viele Motoneuronen innerviert sind, reversibel gelähmt, dann die Extremitätenmuskeln und zuletzt die Muskeln des Rumpfs. Da davon auch das Zwerchfell betroffen ist, muss beim Einsatz von Muskelrelaxanzien während einer Narkose der Patient beatmet werden.

Muskelrelaxanzien wirken an den motorischen Endplatten. Sie besetzen die postsynaptischen Acetylcholin-Rezeptoren der Natriumionenkanäle. Dort haben sie unterschiedliche Wirkung. Depolarisierende Muskelrelaxanzien wie Succinylcholin binden an die Rezeptoren und öffnen schlagartig Natriumionenkanäle. Durch die Depolarisation kommt es kurzzeitig zu kleinen Muskelzuckungen; nach ungefähr 60 Sekunden jedoch erschlafft der Muskel. Succinylcholin wird sehr langsam von einer im Blut vorhandenen Plasmacholin-Esterase abgebaut. Bei den nicht depolarisierenden Muskelrelaxanzien, zum Beispiel Pancuronium, bewirkt die Bindung des Medikaments an die postsynaptischen Rezeptoren einen Verschluss der Natriumionenkanäle. Die muskellähmende Wirkung setzt nach wenigen Minuten ein.

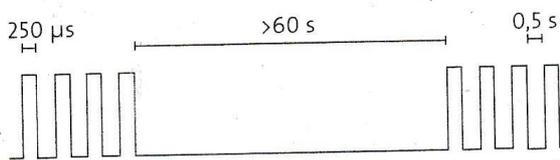


01 Abläufe an einer neuromuskulären Synapse

B TOF-Monitoring

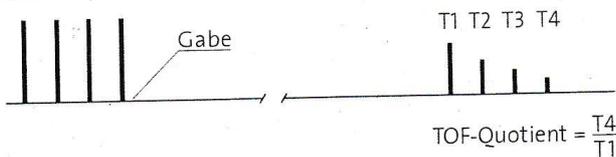
Um das Ausmaß der Erschlaffung der Muskulatur zu überwachen und das Aufwachen nach einer Operation zu kontrollieren, setzen Mediziner eine neuromuskuläre Überwachungsmethode, ein Monitoring, ein. Dazu werden Motoneuronen im Unterarm künstlich über eine außen an die Haut angelegte Elektrode elektrisch gereizt. Da der Unterarmnerv mit vier sehr kurz aufeinanderfolgenden Reizen stimuliert wird, nennt man das Verfahren auch Train-of-four, kurz TOF. Als Reaktion wird die Stärke der Muskelkontraktion der Testmuskeln in Daumen oder Zeigefinger gemessen. Anhand der Ergebnisse beurteilt der Anästhesist, ob die Wirkung ausreichend ist, um die Operation gefahrlos zu beginnen, oder die Dosierung verändert werden muss. Beträgt das Verhältnis der Reaktion unter Einwirkung des Muskelrelaxans zu ungehemmter Reaktion, der TOF-Quotient, weniger als 25 Prozent, dann liegt eine ausreichende Blockade vor. Kommt es zu einer Überdosierung eines Muskelrelaxans, so kann in vielen Fällen ein Acetylcholin-Esterasehemmer als Gegengift (Antidot) gespritzt werden.

Stimulationsmuster: Reizdauer und Abstände

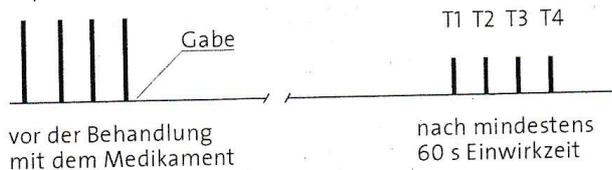


Reizantworten: Stärke der Kontraktion des Testmuskels

nicht depolarisierendes Muskelrelaxans (Pancuronium)



depolarisierendes Muskelrelaxans (Succinylcholin)



02 Stimulationsmuster und Stärke der Muskelkontraktion (Reizantwort) vor und nach dem Einsatz von zwei verschiedenen Muskelrelaxanzien

Aufgabe 1/ Erwartungshorizont

Vom Reiz zur Reaktion

Material: Überwachung der Muskelrelaxation während einer Operation

<p>1 Erläutern Sie die Erregungsübertragung an einer neuromuskulären Synapse ohne Einwirkung von Muskelrelaxanzien! (Anforderungsbereich I)</p> <ul style="list-style-type: none"> – Das ankommende Aktionspotenzial am Synapsenendknöpfchen der neuromuskulären Synapse bewirkt die Öffnung von Kalziumionenkanälen. – Dadurch wandern transmittergefüllte Vesikel zur präsynaptischen Membran. – Sie verschmelzen mit der präsynaptischen Membran, sodass der Transmitter Acetylcholin ausgeschüttet wird. – Er diffundiert durch den synaptischen Spalt und lagert sich an die Rezeptoren der Natriumionenkanäle in der postsynaptischen Membran an. – Dies bewirkt die Öffnung von Natriumionenkanälen und den Einstrom von Natriumionen in die Muskelfaser. – An der Muskelzelle wird ein Muskelaktionspotenzial ausgelöst. <p>Elektromechanische Kopplung:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Das Muskelaktionspotenzial wird über die Muskelfasermembran bis tief ins Innere einer Muskelfaser geleitet. – Dort bewirkt es das Ausschütten von Kalziumionen aus dem Sarkoplasmatischen Retikulum. – Die Erhöhung der Kalziumionenkonzentration ermöglicht die Kontraktion der Sarkomere, sodass der Muskel kontrahiert. <p><i>Die genaue Darstellung des Gleitfilamentmechanismus wird hier nicht erwartet.</i></p>	
<p>2 Erläutern Sie Vorgehensweise und Notwendigkeit des neuromuskulären Monitorings und beschreiben Sie die Messergebnisse! Erklären Sie die unterschiedlichen Untersuchungsergebnisse nach Einwirken der beiden verschiedenen Muskelrelaxanzien! (Anforderungsbereiche I, II und III)</p> <ul style="list-style-type: none"> – Beim neuromuskulären Monitoring während einer Operation geht es darum, unwillkürliche und störende Muskelzuckungen zu unterbinden. – Die Überwachung erfolgt so, dass zunächst efferente Neuronen im Unterarm standardisierten elektrischen Reizen von 250 Mikrosekunden im Abstand von 0,5 Sekunden vor dem Einsatz eines Muskelrelaxans ausgesetzt werden und die Muskelreaktion in den Fingern als Reizantwort gemessen wird. – Dann werden nach dem Einsatz des Medikaments die gleichen Reize wieder gegeben und die Reizantwort untersucht. Liegt die Reaktionsstärke unter 25 Prozent (TOF-Quotient = 4:1), dann kann mit der Operation begonnen werden. <p><i>Notwendigkeit des Monitorings:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – Die Überwachung dient zum Beispiel der Vorbereitung der Operation, um einen verfrühten Beginn zu verhindern. Während der Operation kann das Monitoring genutzt werden, um die Medikamentendosis ggf. anzupassen. – Bei der Beendigung der Operation und dem Aufwachen ist das Monitoring hilfreich, um zu erkennen, ob der Patient wieder selbstständig atmen kann. 	
<p><i>nicht depolarisierendes Muskelrelaxans:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – Nach ungefähr 60 Sekunden Wirkzeit des Medikaments kommt es zu einer kontinuierlichen Abnahme der Muskelkontraktion. – Bereits auf den ersten Reiz hin liegt die Stärke der Muskelkontraktion der untersuchten Fingermuskeln nur noch bei etwa 75 Prozent und sinkt dann schrittweise auf 25 Prozent. <p><i>depolarisierendes Muskelrelaxans:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – Nach ungefähr 60 Sekunden liegt die Kontraktionsstärke bei allen vier Reizungen bei etwa 25 Prozent. 	

<p><i>nicht depolarisierendes Muskelrelaxans:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Das Muskelrelaxans lagert sich an die Rezeptoren der Natriumionenkanäle an, wodurch sich die Kanäle schließen. - Nicht depolarisierende Muskelrelaxanzien wirken offenbar kompetitiv zu Acetylcholin. - Die Bindung des Muskelrelaxans an die Rezeptoren erfolgt nach und nach. - Je mehr Rezeptoren vom Hemmstoff besetzt sind, desto geringer fällt die Kontraktionsstärke aus. <p><i>depolarisierendes Muskelrelaxans:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Auch die depolarisierenden Muskelrelaxanzien binden an die Rezeptoren der Natriumionenkanäle, allerdings kommt es zu einer Öffnung der Kanäle. - Dies bewirkt Muskelzuckungen. - Nach ungefähr 60 Sekunden liegt eine Dauerdepolarisation der postsynaptischen Membran vor, da der Natriumioneneinstrom weiter andauert. - Ein Muskelaktionspotenzial kann nicht mehr oder nur abgeschwächt entstehen. 	
<p>3 Diskutieren Sie, ob Acetylcholin-Esterasehemmer als Antidot für beide Muskelrelaxanzien geeignet sind! (Anforderungsbereich III)</p>	
<ul style="list-style-type: none"> - Wird die Acetylcholin-Esterase gehemmt, so baut sie weniger Transmitter ab, und Acetylcholin verbleibt länger im synaptischen Spalt. - Somit führt die Hemmung des Enzyms zu einer Konzentrationserhöhung des Transmitters im synaptischen Spalt. - Acetylcholin wirkt kompetitiv zu Pancuronium (nicht depolarisierendes Muskelrelaxans). Es verdrängt je nach Konzentration das Medikament von den Rezeptoren. - Acetylcholin-Esterasehemmer sind somit als Antidot geeignet, die Lähmungserscheinungen werden reduziert. - Die Konzentrationserhöhungen des Transmitters verstärken die anfänglichen Muskelzuckungen bei einem depolarisierenden Muskelrelaxans, das ist eine unerwünschte Wirkung. Auch der dauerhafte Einstrom von Natriumionen wird verstärkt. Die Wirkung des Medikamentes und seine Nebenwirkungen würden noch verstärkt werden. - Somit sind Acetylcholin-Esterasehemmer nicht als Antidot für Succinylcholin (depolarisierendes Muskelrelaxans) geeignet. 	

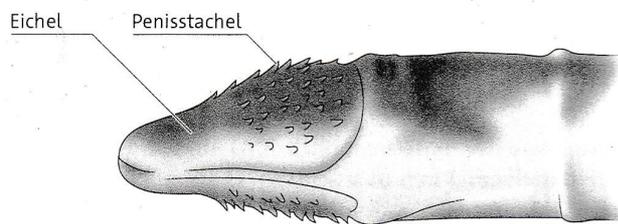
Aufgabe 2/ Material

Vom Reiz zur Reaktion

Material: Provozierter Eisprung

A Fortpflanzung bei Katzen

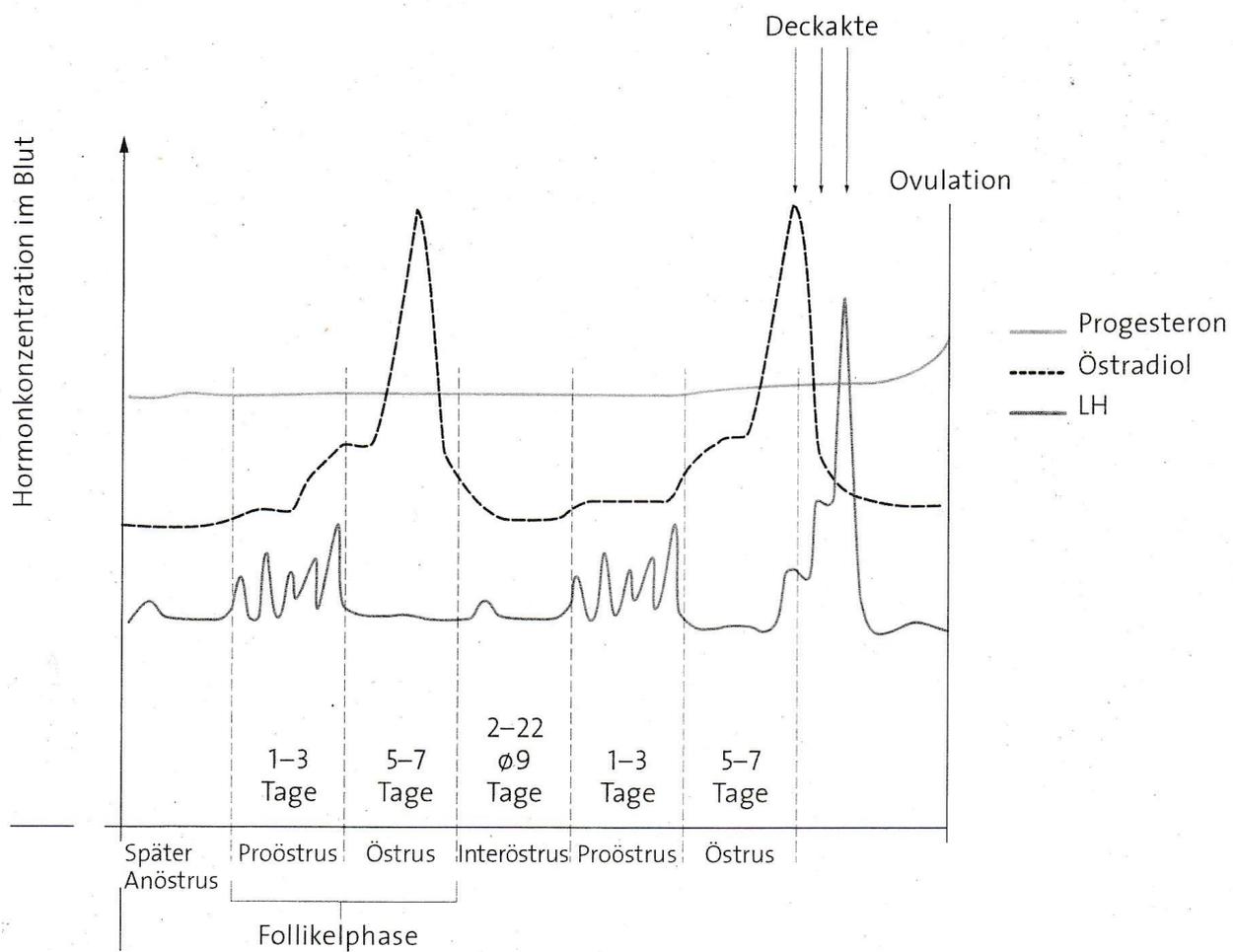
Wenn die weibliche Katze in der Hochphase des Zyklus paarungsbereit ist, biegt sie ihren Schwanz zur Seite, duckt sich und macht tänzelnde Bewegungen. Der Kater fasst das Weibchen mit den Zähnen im Nackenfell und vollzieht die nur wenige Sekunden dauernde Begattung. Typisch ist der Begattungsschrei, den die Katze ausstößt, wenn der Kater seinen Penis zurückzieht. Denn an der Eichel des Katers befinden sich verhornte Schleimhautbildungen, die wie kleine Widerhaken fungieren und als Penisstacheln bezeichnet werden. Beim Zurückziehen verhaken diese sich in der muskulären Vaginalwand und reizen so Mechanorezeptoren. Die Katze schlägt den Kater mit einigen Pfotenhieben in die Flucht. Erst nach der Begattung erfolgt ein Eisprung.



01 Penis des Katers mit Penisstacheln

B Hormonelle Regulation der Ovulation bei der Katze

Weibliche Katzen sind, abhängig von der Länge des Tages, während einer bestimmten Jahreszeit mehrmals paarungswillig. Daher bezeichnet man ihren Sexualzyklus als saisonal polyöstrisch. Der Zyklus lässt sich in vier Phasen unterteilen: Während des Proöstrus reifen die Eizellen heran. Ist die Katze paarungsbereit und trägt sie mehrere reife Eizellen, befindet sie sich im Östrus. Erfolgt keine Begattung, ergeben sich zwischen den Östrusphasen unterschiedlich lange Phasen ohne Symptome der Rolligkeit. Eine solche Phase nennt man Interöstrus. In den Herbst- und Wintermonaten erfolgt eine sexuelle Ruhephase, der Anöstrus.



02 Sexualzyklus der Katze

Aufgabe 2/ Erwartungshorizont

Vom Reiz zur Reaktion

Material: Provozierter Eisprung

<p>1 Beschreiben Sie anhand des Materials, wie bei der Katze der Eisprung ausgelöst wird! (Anforderungsbereiche I und II)</p>	
<ul style="list-style-type: none"> – Der Eisprung erfolgt erst nach der Begattung. – Die Eichel des Katerpenis verfügt über Penisstacheln, durch die beim Herausziehen des Penis aus der Vagina Mechanorezeptoren in der muskulären Vaginalwand gereizt werden. – Eine leichte Erhöhung der Konzentration des luteinisierenden Hormons markiert die Phase des Proöstrus. – Dadurch reift eine Eizelle zusammen mit den sie umgebenden Follikelzellen heran. Diese beginnen Östradiol zu produzieren. – Dies stimuliert die weitere Reifung der Eizelle und den Aufbau der Uterusschleimhaut. – Das Ende der Follikelphase wird erreicht, wenn die Konzentration an Östradiol im Blut ihr Maximum erreicht hat. – Nach der Begattung erfolgt eine starke Ausschüttung des luteinisierenden Hormons. Der hohe LH-Spiegel löst die Ovulation aus. 	
<p>2 Erklären Sie den Mechanismus zur Regulation der Ovulation bei der Katze und den dafür verwendeten Fachbegriff des neuro-endokrinen Reflexwegs! (Anforderungsbereiche II und III)</p>	
<ul style="list-style-type: none"> – Die Mechanorezeptoren in der Vaginalwand werden gereizt und senden eine Erregung über das Rückenmark zum Gehirn. – Der Prozess der Eizellenreifung wird vom Hypothalamus gesteuert, der über ein Freisetzungshormon, das Gonadotropin-Releasing-Hormon, kurz GnRH, die Adenohypophyse stimuliert. – Diese schüttet das luteinisierende Hormon aus, welches über das Blut zum Eierstock und zur reifen Eizelle gelangt und den Eisprung auslöst. – Da dieser Ablauf immer gleich erfolgt, handelt es sich um einen Reflex, der von den Mechanorezeptoren bis zur Erregung der Adenohypophyse eine neuronale Komponente aufweist, die eine hormonelle Reaktion bewirkt. Daher spricht man von einem neuro-endokrinen Reflexweg. 	
<p>3 Vergleichen Sie die Ovulationsregulation bei Katze und Mensch! (Anforderungsbereich III)</p>	
<p><i>Gemeinsamkeiten:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – Bei beiden Regulationsprozessen werden die Reifung der Eizelle und die Ovulation letztlich über ein hormonelles Regelsystem gesteuert. – Dieses Regelsystem wird über die Adenohypophyse kontrolliert, die durch das Gonadotropin-Releasing-Hormon zur Bildung weiterer Hormone angeregt wird. – Die Hormone LH und Östradiol bewirken die Eizellreifung und eine LH-Ausschüttung führt zur Ovulation. <p><i>Unterschiede:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – Beim Menschen spielt mit dem follikelstimulierenden Hormon, kurz FSH, ein weiteres gonadotropes Hormon eine große Rolle bei der Eizellbildung und Ovulation. FSH fördert die Eizellbildung und damit auch die Östradiolproduktion. – Das Ende der Follikelphase wird erreicht, wenn die Konzentration an Östradiol im Blut so hoch ist, dass über eine nur unter diesen Bedingungen vorkommende positive Rückkopplung die FSH- und LH-Ausschüttung über die Adenohypophyse gefördert wird. – Dieser durch einen hormonellen Regulationsprozess gesteuerte Ovarialzyklus findet ganzjährig regelmäßig statt. – Bei der Katze erfolgt die zur Ovulation führende LH-Produktion anlassbezogen durch die Reizung der Mechanorezeptoren in der Vaginalwand. So wird die Wahrscheinlichkeit einer Befruchtung erhöht. 	

Quellenangabe:

Biosphäre. Sekundarstufe II. Neurobiologie. Klausuren, Cornelsen Verlag GmbH, Berlin 2016, S. 44 - 45, S. 52 - 53.