

HISTOFISIOLOGI RESEPTOR SENSORIS KULIT

Cut Gina Inggriyani¹, Hidayaturrahmi^{1*}

hidayaturrahmi@unsyiah.ac.id

¹Bagian Anatomi Histologi Fakultas Kedokteran Universitas Syiah Kuala

ABSTRAK

Kulit merupakan organ terbesar dan terberat pada tubuh. Kulit yang menutupi seluruh permukaan tubuh memiliki fungsi penting sebagai organ peraba. Terdapat beberapa tipe reseptor sensorik kulit berdasarkan kepekaannya terhadap modalitas tertentu, yaitu mekanoreseptor, termoreseptor, dan nosiseptor. Berdasarkan morfologiknya terdapat dua golongan reseptor sensoris kulit, yaitu reseptor tidak berkapsul dan reseptor berkapsul. Reseptor tidak berkapsul meliputi ujung bebas saraf, diskus Merkel, dan pleksus akar rambut. Reseptor berkapsul terdiri dari badan Pacini, Badan Meissner, badan Ruffini, dan badan Krause. Dengan ditemukannya berbagai macam reseptor sensoris pada kulit, maka individu dapat menerima berbagai macam rangsangan dari lingkungan luar dan berespon terhadap rangsang tersebut, baik rangsangan suhu, nyeri, tekanan, getaran, maupun rasa gatal.

Kata Kunci: reseptor sensoris kulit, reseptor berkapsul, reseptor tidak berkapsul

ABSTRACT

The skin is the largest and heaviest organ in the body. The skin that covers the entire surface of the body has an important function as an organ of touch. There are several types of skin sensory receptors based on their sensitivity to certain modalities, namely mechanoreceptors, thermoreceptors, and nociceptors. Based on the morphology, there are two classes of skin sensory receptors, namely unencapsulated receptors and encapsulated receptors. unencapsulated receptors include free nerve endings, Merkel discs, and root hair plexuses. The encapsulated receptors consist of Pacini corpuscle, Meissner corpuscle, Ruffini corpuscle, and Krause corpuscle. With the discovery of various kinds of skin sensory receptors, individuals can receive various kinds of stimuli from the external environment and respond to these stimuli, such as temperature, pain, pressure, vibration, and itching sensations.

Keyword: skin sensory receptors, encapsulated receptors, unencapsulated receptors

Pendahuluan

Kulit merupakan organ terbesar dan terberat pada tubuh. Secara histologi, kulit memiliki dua lapisan, yaitu epidermis dan dermis. Di bagian paling dalam berbatasan dengan dermis terdapat daerah yang disebut subkutan atau hipodermis, dan ini bukan merupakan bagian dari kulit. Berdasarkan ketebalan dari epidermis, maka kulit dapat dibedakan menjadi dua golongan yaitu kulit tebal dan kulit tipis. Kulit tebal merupakan kulit tidak berambut terdapat pada daerah tubuh yang sering mengalami tarikan dan gesekan seperti kulit telapak tangan dan kaki, sedangkan kulit tipis berambut menutupi daerah lain pada tubuh.¹

Kulit yang menutupi seluruh permukaan tubuh memiliki banyak fungsi penting, salah satunya adalah sebagai organ peraba. Pada kulit dapat ditemukan beberapa tipe reseptor sensorik berdasarkan kepekaannya terhadap modalitas tertentu, yaitu mekanoreseptor, termoreseptor, dan nosiseptor.^{1,2} Dengan ditemukannya berbagai macam reseptor sensoris pada kulit maka individu dapat menerima berbagai macam rangsangan dari lingkungan luar dan berespon terhadap rangsang tersebut, baik rangsangan suhu, nyeri, tekanan, getaran, maupun rasa gatal.³

Berdasarkan morfologiknya terdapat dua golongan reseptor sensoris kulit pada

manusia, yaitu reseptor tidak berkapsul dan reseptor berkapsul. Reseptor tidak berkapsul merupakan akhir saraf tanpa kapsul sehingga akhir saraf tersebut secara morfologis tidak dapat dikenali pada bagian ujungnya. Ujung saraf berkapsul lebih kompleks karena memiliki unsur sel dan ekstrasel yang membentuk kapsul dan mengelilingi akson di dalamnya sehingga akson tersebut secara morfologis dapat dikenali pada bagian ujungnya.³⁻⁵

Reseptor tidak berkapsul meliputi ujung bebas saraf, diskus Merkel, dan pleksus akar rambut. Terdapat empat jenis reseptor berkapsul, yaitu badan Pacini, Badan Meissner, badan Ruffini, dan badan Krause. Kedua golongan reseptor sensoris kulit tersebut tersebar luas baik pada epidermis, dermis, maupun hipodermis.⁴

Ujung bebas saraf yang banyak terdapat di seluruh tubuh dapat mendeteksi sentuhan, tekanan, rasa geli, panas dan dingin. Diskus Merkel terdapat pada kulit yang tidak berambut merupakan reseptor yang beradaptasi lambat dan meneruskan informasi mengenai derajat tekanan pada kulit. Pleksus akar rambut yang terdapat pada folikel rambut dapat mendeteksi pergerakan rambut.⁵

Badan Meissner yang terletak pada papila dermis kulit merupakan reseptor yang peka terhadap sentuhan dan termasuk mekanoreseptor yang beradaptasi cepat. Badan Pacini tersebar luas pada tubuh yang mendeteksi tekanan dan getaran berfrekwensi tinggi. Badan Ruffini terdapat pada dermis kulit berambut dan termasuk mekanoreseptor beradaptasi lambat yang berespons terhadap

kekuatan regang.⁵ Badan Krause dapat ditemukan pada daerah mukokutis dan badan ini peka terhadap getaran berfrekwensi rendah.⁴

Kulit

Kulit yang menutupi seluruh permukaan tubuh terdiri dari dua lapisan, yaitu epidermis dan dermis yang berada di bawahnya. Epidermis terdiri dari epitel berlapis gepeng dengan keratin. Epidermis kulit terdiri atas lima lapisan. Lapisan paling bawah disebut stratum basale berbatasan dengan lamina basalis ditempati selapis sel berbentuk kuboid atau silindris. Di atas stratum basale terdapat stratum spinosum yang terdiri dari beberapa lapis sel berbentuk polihedral dan di antara selnya terbentuk jembatan intraselular. Setelah stratum spinosum terdapat stratum granulosum terdiri dari 3-5 lapis sel gepeng dengan sitoplasma mengandung granul keratohialin dan granul berlamel keratinosom. Di atas stratum granulosum terdapat stratum lusidum yang hanya ditemukan pada kulit tebal terdiri beberapa lapis sel-sel tembus cahaya tanpa inti dan organel sel dengan sitoplasma yang berisi filamen keratin. Lapis paling luar dari epidermis kulit adalah stratum korneum terdiri dari 15-20 lapis sel gepeng berkeratin. Sel-sel pada lapisan ini sudah mati dengan sitoplasma penuh berisi keratin. Lapis sel terluar dari lapis korneum mengalami pengelupasan terus menerus.^{1,6}

Lapisan-lapisan pada epidermis menunjukkan perkembangan dari sel keratinosit untuk membentuk keratin. Sel keratinosit merupakan sel terbanyak pada epidermis. Sel ini aktif bermitosis pada lapisan

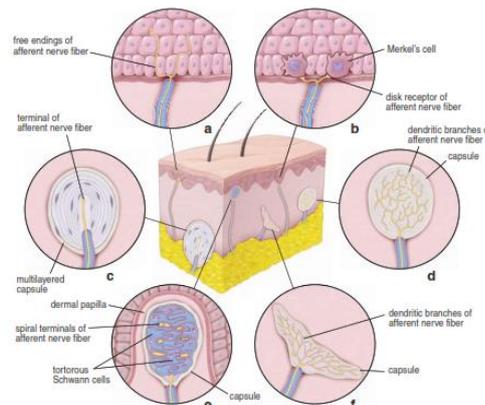
basal dan bagian dalam dari lapis spinosum. Selama perkembangannya sel ini akan bergeser keatas, berdiferensiasi dan membentuk keratin.³

Dermis merupakan lapisan di bawah epidermis dan berbatasan dengan lamina basalis. Terdapat bagian dermis yang menonjol ke dalam epidermis, disebut papila dermis. Dermis memiliki dua lapisan yaitu lapis papilaris dan lapisan retikularis. Lapis papilaris tersusun atas jaringan ikat longgar dan di sini termasuk papila dermis. Pada papilla dermis ditemukan banyak lengkung kapiler dan reseptor sensoris kulit yang berupa badan Meissner. Lapisan retikularis merupakan lapisan terbesar dari dermis dibentuk oleh jaringan ikat padat tidak teratur. Pada lapisan ini ditemukan folikel rambut, kelenjar keringat, kelenjar sebacea, muskulus arektor pili, dan banyak jenis dari reseptor sensoris kulit.⁷ Berbatasan dengan lapisan retikularis dermis terdapat hipodermis. Hipodermis terdiri dari jaringan ikat longgar dengan banyak sel lemak. Pada hipodermis dapat ditemukan kelenjar keringat dan reseptor sensoris kulit seperti badan pacini.⁸

Reseptor Sensoris Kulit

Kulit dengan permukaannya yang luas berfungsi sebagai penerima berbagai macam rangsangan yang berasal dari lingkungan luar. Terdapat berbagai macam reseptor sensoris pada kulit yang dapat digolongkan menjadi dua reseptor sensoris, yaitu reseptor tidak berkapsul atau ujung bebas dan reseptor berkapsul. Reseptor tidak berkapsul merupakan akhir saraf tanpa kapsul sehingga akhir saraf tersebut secara morfologis tidak dapat dikenali pada bagian ujungnya. Ujung saraf berkapsul lebih kompleks karena memiliki unsur sel dan ekstrasel yang membentuk kapsul dan mengelilingi akson di dalamnya sehingga akson tersebut secara morfologis dapat dikenali pada bagian ujungnya.^{3,4}

Terdapat tiga jenis reseptor tidak berkapsul yang dapat dikenali pada manusia, yaitu ujung bebas saraf, diskus Merkel, dan pleksus akar rambut. Reseptor sensoris berkapsul dapat dibedakan menjadi empat jenis, yaitu badan Meissner, Badan Pacini, Badan Ruffini, dan badan Krause.⁴ Ilustrasi reseptor sensoris kulit dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Ilustrasi reseptor sensoris kulit. a. Ujung bebas saraf. b. Diskus Merkel. c. Badan Pacini. d. Badan Krause. e. Badan Meissner. f. Badan Ruffini.⁹

Badan Meissner, badan Ruffini, dan badan Pacini merupakan reseptor sensoris berkapsul yang ditemukan pada kulit tebal tidak berambut. Pada kulit tebal juga ditemukan satu reseptor sensoris yang tidak berkapsul yaitu diskus Merkel yang berespons terhadap sentuhan. Reseptor sensoris tersebut merupakan mekanoreseptor berambang batas rendah (LTMRs) dan berhubungan dengan neuron mekanosensoris primer yang badan selnya terletak pada ganglia radiks dorsalis dan ganglia sensoris saraf kranial. Serat saraf LTMRs diklasifikasikan sebagai A β , A δ , dan C berdasarkan diameter akson yang termieliniasi dan kecepatan konduksi potensial aksi. Secara fungsional, LTMRs dibagi menjadi dua tipe, yaitu beradaptasi secara lambat dan beradaptasi secara cepat.¹⁰ Reseptor beradaptasi lambat merupakan reseptor yang tidak beradaptasi terhadap rangsangan akan tetapi terus menerus menghasilkan potensial aksi menuju ke susunan saraf pusat, sehingga penting untuk menyampaikan informasi secara terus menerus mengenai suatu stimulus. Reseptor beradaptasi cepat tidak lagi berespon terhadap rangsangan yang menetap dan merupakan reseptor yang penting untuk menyampaikan informasi apabila ada perubahan intensitas rangsangan.¹¹

Reseptor Tidak Berkapsul

Ujung bebas saraf merupakan salah satu reseptor sensoris kulit yang tidak berkapsul dan merupakan reseptor terbanyak pada kulit. Reseptor ini tidak dapat teridentifikasi dengan pewarnaan rutin hematoksilin-eosin sehingga memerlukan pewarnaan khusus seperti impregnasi perak. Serat saraf bermielin yang menuju ke epidermis akan melepaskan selubung mielinnya dan berlanjut secara vertikal di antara sel epitel pada epidermis. Pada saat berjalan di antara sel epitel, sebagian akson dibungkus oleh cabang dari sel Schwann. Serat saraf ini selanjutnya akan bercabang-cabang di antara sel-sel epitel sebagai serat saraf bebas dan berakhir sebagai ujung akhir bebas saraf. Ujung akhir bebas saraf ini akan berakhir pada stratum granulosum.^{3,4,8}

Ujung bebas saraf dapat ditemukan di antara sel epitel kulit, kornea, saluran cerna, fascia, ligament, tendon, periosteum, perikondrium, dan tempat lainnya.⁵ Reseptor ini merupakan reseptor yang beradaptasi lambat, serat saraf bertipe A δ dan C, dengan aktivitas ambang batas yang cepat.¹² Beberapa dari ujung bebas saraf merupakan mekanoreseptor yang sensitif terhadap sentuhan. Beberapa lainnya merupakan nosiseptor yang sensitif terhadap nyeri. Ada beberapa serat saraf dari reseptor ini merupakan termoreseptor yang peka terhadap suhu, baik panas maupun dingin.¹³



Gambar 2. Gambaran histologi ujung bebas saraf. Tampak serat saraf bermielin berjalan menuju epidermis, melepaskan selubung mielinnya saat menembus epidermis dan berjalan di antara sel epidermis untuk bercabang-cabang menjadi ujung bebas saraf.⁸

Terdapat tiga jenis reseptor nyeri, yaitu nosiseptor mekanis, nosiseptor termal, dan nosiseptor polimodal. Nosiseptor mekanis merupakan reseptor yang berespons terhadap kerusakan mekanis. Nosiseptor termal merupakan reseptor yang berespons terhadap suhu yang berlebihan terutama suhu panas. Nosiseptor polimodal merupakan reseptor yang berespons terhadap semua jenis rangsangan yang merusak. Semua nosiseptor tersebut merupakan ujung bebas saraf. Rangsang nyeri yang berasal dari nosiseptor akan disampaikan ke susunan saraf pusat melalui salah satu dari dua jenis serat saraf sensoris. Rangsang yang berasal dari nosiseptor termal dan mekanis akan disampaikan ke susunan saraf pusat melalui serat A δ . Rangsang yang berasal dari nosiseptor polimodal akan disampaikan ke susunan saraf pusat melalui serat C.¹¹

Diskus Merkel atau diskus taktil terdapat pada kulit tidak berambut seperti pada ujung jari. Serat saraf berjalan menuju dermis berakhir sebagai pelebaran berbentuk cakram dan akan berkontak dengan plasmalema sel Merkel yang terdapat pada lapisan basal

epidermis. Kontak antara diskus Merkel dengan sel Merkel membentuk kompleks neurit-sel Merkel. Terdapat kelompok diskus Merkel pada kulit berambut disebut sebagai *tactile domes*. Diskus Merkel yang demikian terdapat pada epidermis di antara folikel rambut. Diskus Merkel adalah reseptor raba yang beradaptasi lambat dan meneruskan informasi mengenai derajat tekanan pada kulit.^{3,5}

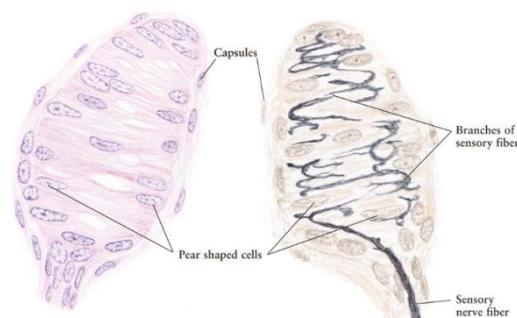
Semua folikel rambut diinervasi oleh pleksus akhiran saraf sensoris yang disebut sebagai pleksus akar rambut atau ujung akhir peritrikial. Pada saat mendekati folikel rambut pada stratum retikulare dermis, serat saraf bermielin melepaskan selubung mielinnya dan kemudian bercabang-cabang. Cabang-cabang serat saraf tersebut akan berjalan longitudinal dan melingkari folikel rambut. Sebagian besar ujung bebas saraf akan berakhir dalam membrana glasial folikel rambut. Satu serat saraf dapat bercabang banyak dan menginervasi banyak folikel rambut. Pleksus akar rambut ini berespons terhadap pergerakan rambut.^{1,8}

Badan Meissner

Badan Meissner disebut juga badan taktil merupakan reseptor yang terletak di dalam papila dermis tepat di bawah epidermis. Badan Meissner khususnya terdapat pada ujung jari, bibir, puting, dan genitalia. Reseptor ini berbentuk silindris dengan sumbu panjangnya tegak lurus terhadap permukaan kulit. Badan ini dibungkus oleh kapsul jaringan ikat yang menyatu dengan perineurium saraf yang menyuplai setiap badan. Di dalam badan terdapat setumpuk sel-sel gepeng yang tersusun secara transversal, dimana sel-sel ini merupakan modifikasi dari sel Schwann dan disebut juga sebagai sel laminar. Serat saraf bermielin akan kehilangan selubung mielinnya dan memasuki badan melalui kutub bawahnya. Setelah masuk ke badannya, serat saraf sensoris

akan bercabang-cabang baik bermielin maupun tidak bermielin, mengecil dan berakhir di antara sel-sel laminar.^{1,8,10}

Badan Meissner merupakan mekanoreseptor yang terutama terdapat pada ujung-ujung jari ini membentuk 40% serat saraf aferen merupakan innervasi sensoris pada tangan manusia.¹² Badan Meissner merupakan mekanoreseptor yang beradaptasi cepat dengan aktivitas ambang batas yang rendah.⁵ Reseptor ini peka terhadap getaran berfrekuensi rendah (30-50 Hz) dan peka terhadap sentuhan sehingga mampu mendiskriminasi atau membedakan rangsang dua titik yang letaknya berdekatan.^{1,12} Jumlah dan ukuran badan Meissner akan berkurang dengan bertambahnya umur.¹⁰



Gambar 3. Gambaran histologi badan Meissner dengan pewarnaan Hemaktosilin Eosin (kanan) dan impregnasi perak (kiri). Pada gambar kanan jelas terlihat jalannya cabang serat saraf di antara sel-sel laminar.⁸

Badan Pacini

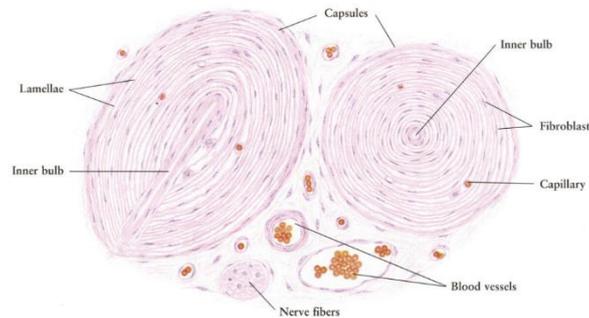
Badan pacini atau disebut juga badan berlamel merupakan suatu reseptor dengan struktur berbentuk bundar atau lonjong dan besar. Badan ini dapat ditemukan pada dermis bagian dalam dan subkutan, juga pada tendon, ligamentum, mesenterium, dan pankreas.⁸ Sebuah serat saraf bermielin memasuki salah

satu kutub dari badan kemudian melepaskan selubung mielinnya untuk berlanjut ke dalam pusat badan yang memanjang disebut bulbus interna atau inti sentral dan berakhir dalam beberapa cabang. Akhir saraf sensoris ini langsung dikelilingi oleh sel Schwann yang berinterdigitasi dan bercabang. Bulbus interna yang mengandung serat saraf beserta

cabangnya dikelilingi oleh 20-60 lamel konsentris yang dibentuk oleh sel fibroblas gepeng. Di antara lamel terdapat celah sempit berisi cairan, serat kolagen dan pembuluh darah kapiler.^{3,7,8} Serat saraf beserta lamel di sekitarnya dibungkus oleh kapsul jaringan ikat. Kapsul ini berisi pembuluh darah kapiler dan makrofag.¹⁰

Akson pada bulbus interna merupakan serat saraf tipe A β dengan kemampuan adaptasi yang cepat.⁵ Badan Pacini berbeda dengan badan Meissner dalam hal morfologi, distribusi,

dan respons ambang batasnya. Di samping itu badan Pacini beradaptasi lebih cepat dibandingkan badan Meissner. Badan Pacini membentuk 10-15% reseptor kulit di tangan.¹² Secara fungsional badan Pacini merupakan mekanoreseptor yang cepat beradaptasi dengan aktivitas ambang batas yang rendah. Reseptor ini peka terhadap tekanan dan getaran berfrekuensi tinggi di antara 20-1500 Hz dengan kepekaan maksimum pada 200-400 Hz.^{10,12} Gambaran histologi badan Pacini dapat dilihat pada gambar 5



Gambar 4. Gambaran histologi badan Pacini dengan pewarnaan hemaktosilin eosin. Pada gambar dapat dilihat bulbus interna, lamel, dan kapsul jaringan ikat.⁸

Badan Ruffini

Badan Ruffini adalah reseptor berkapsul dengan struktur berbentuk fusiform kecil dan memiliki kapsul jaringan ikat relatif tipis. Badan ini terorientasi paralel terhadap kulit. Reseptor ini terdapat pada dermis kulit, ligamen, dan tendon. Serat-serat kolagen yang berasal dari jaringan ikat sekitarnya menerobos kapsul. Elemen sarafnya terdiri dari satu serat saraf sensoris bermielin yang kehilangan selubung mielinnya, bercabang-cabang, dan berakhir sebagai gelembung kecil. Cabang-cabang serat saraf berjalan di antara serat-serat paralel dari berkas kolagen di situ.^{3,9,12}

Kolagen yang menerobos badan Ruffini berbaur dengan serat kolagen di sekitarnya sehingga apabila terjadi regangan pada berkas kolagen maka akan merangsang ujung saraf yang terdapat di antaranya. Oleh karena itu, badan Ruffinini merupakan mekanoreseptor yang serat saraf sensorisnya peka terhadap kekuatan regang dan torsi pada kulit.^{3,4} Badan Ruffini secara fungsional termasuk ke dalam reseptor yang beradaptasi lambat dengan aktivasi ambang batas yang rendah.¹²

Badan Krause

Badan Krause atau badan gelembung merupakan reseptor yang sederhana dan berbentuk sferis. Badan Krause merupakan reseptor sensoris berkapsul tebal dengan kolagen yang menyatu dengan endoneurium. Kapsulnya ditembus oleh serat saraf sensoris bermielin dan kehilangan mielinnya di dalam badan tetapi tetap diselubungi oleh sel Schwann. Serat sarafnya dapat bercabang dan berakhir sebagai akhir saraf yang menggelembung. Akhir saraf diselubungi oleh sel Schwann yang mengisi kapsul jaringan ikat.^{1,4}

Badan Krause terdapat pada kulit tidak berambut seperti di daerah mukokutis, penis, dan klitoris.^{1,4,10} Pada waktu sebelumnya, badan Krause dianggap sebagai reseptor sensoris yang peka pada suhu dingin. Beberapa penulis mengelompokkan badan ini sebagai akhir saraf bebas.¹⁰ Badan ini ditemukan terutama pada kulit penis dan klitoris, maka badan ini peka terhadap getaran berfrekwensi rendah.⁴

Daftar Pustaka

1. Leeson CR, Leeson TS and Paparo, AA. Buku Ajar Histologi (Textbook of Histology). Ed. Jan Tambayong dan Sugito, S. Edisi V. EGC, Jakarta. 1990.
2. Marzvanyan A, Alhawaj AF. Physiology, Sensory Receptors. StatPearls. NCBI Bookshelf. 2019.
3. Fawcett B. Buku Ajar Histologi. Edisi 12. EGC, Jakarta. 2002.
4. Mescher AL. Junqueira's Basic Histology Text and Atlas. Fifteenth Edition. Mc Graw Hill Company. 2018.
5. Snell RS. Neuroanatomi Klinik Untuk Mahasiswa Kedokteran. Edisi V. EGC. Jakarta. 2006.
6. Gartner LP and Hiatt JL. Color Atlas and Text of Histology. Sixth Edition. WB Saunders Company, USA. 2014.
7. Eroschenko VP. Atlas Histologi di Fiore dengan Korelasi Fungsional. Edisi 11. EGC, Jakarta. 2010.
8. Xin-Zhang S. An Atlas Of Histology. Springer. USA. 1999.
9. Ross MH and Pawlina W. Histology A Text and Atlas with Correlated Cell and Molecular Biology. 7th Edition. Lippincott William & Wilkins. 2016.
10. Cobo R, García-Piqueras J, Cobo J and Vega JA. The Human Cutaneous Sensory Corpuscle: An Update. *J. Clin. Med.* 2021;10(227):1-12
11. Sherwood, L. Human Phisiology: From Cell to System. Seventh Edition. USA. 2010.
12. Purves, D, Augustine, G.J, Fitzpatrick, D, Hall, W.C, Lamantia, A.S, McNamara, J.O, and William, S.M. Neuroscience. Third Edition. Sinauer Associate. USA. 2004.
13. Drewes, C. Touch and Temperature Sense. Proceedings of the Association for Biology Laboratory Education (ABLE). Ecology, Evolution & Organismal Biology Iowa State University. 2004.