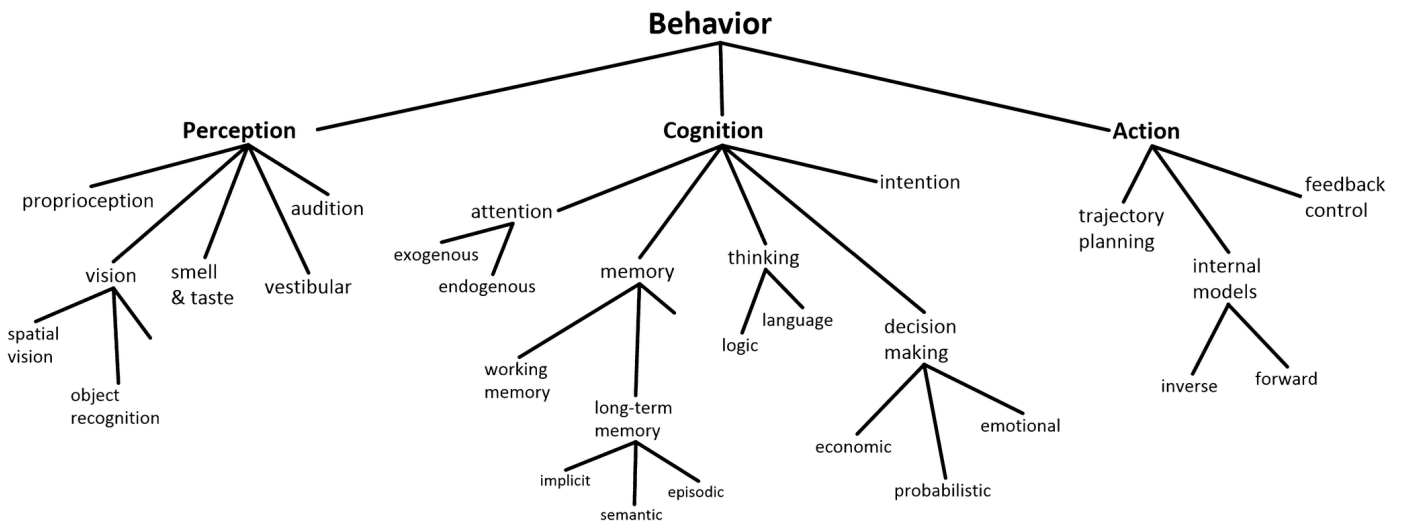


Davranış Neyroelmi və Neyropsixiatriya.txt

Bu dərstdə neyroelmin ən iddialı sahələrindən biri olduğu kimi eyni zamanda ən problemlı olan sahəsi ilə bağlı danışacağıq. Davranış neyroelmi adını verdiyimiz sahə canlıların sərgilədiyi müxtəlif davranışların beyindəki qarşılığını və ya izahatını tapmaqla məşğuldur. Gəlin bu fikri bir qədər açaq.

İlk öncə söhbət davranışdan gedəcəksə, davranışın nə olduğu ilə bağlı danışmaqda fayda var. Davranış dedikdə çox vaxt daxili və ya xarici qıcıqlara verilən reaksiyaları nəzərdə tuturuq. Bu tərif önümüzə geniş bir məfhum cəngəlliyi açır ki, bu mənşərəyə David Attenborough-nun çəkdiyi və onun belə çəkməyə ömrünün çatmadığı filmlərdə gördüyümüz heyvan davranışları daxildir. Cənnət quşlarının partnyor cəlb etmək üçün çıxdığı oyunlardan tutmuş sizin mağazada Ariel və Tide arasında etdiyiniz seçimə qədər geniş bir yelpazədəki məfhum davranış neyroelminin maraq dairəsinə daxildir.

Həmişə olduğu kimi, mürəkkəbliyin və çeşidliliyin olduğu yerdə onu bir az ram etmək adına bir neçə sinfə ayırmaq sahə ilə tanışlığımıza kömək edə bilər. Bunun bir örnəyi bu ola bilər:



Davranış neyroelmi ilə məşğul olduğunu deyən biri burada kiçik hərflərlə göstərilmiş mövzuların biri və ya bir neçəsi üzərinə bütün ömrünü sərf edə bilər. Buradakı bəzi mövzuları, məsələn yaddaş (Cəmil Muradov) və görmənin detallarını (Rəşad Yusifov) digər dərslərdə görə bilərsiniz. Bu dərse gəldikdə isə, ekskursiya xarakteri daşıyan bu dərsi belə təsadüfi sinifləndirməyə əsasən aparmaq mənə görə o qədər də maraqlı deyil və düşünürəm ki sizə də maraqlı olmaz. Birinci dərstdə olduğu kimi bu dərstdə də mənim məqsədim mövzunu tək dərslə tərzində deyil, daha çox tədqiqatçı perspektivindən əhatə etmək və araşdırmanın nəyə görə maraqlı olduğunu sizə çatdırmaqdır. Ona görə də, bu dərsi də birinci şəxs perspektivindən danışacağıq. Evdən çıxıb parka gedən yolda qarşımıza neyroelmin bir sıra vacib nəticələri çıxacaq.

1. Hissi-hərəkəti koordinasiya

Qapını açanda qarşınıza çıxan ilk çətinlik pilləkənlərdir. Xüsusilə də Amsterdamın dar pilləkənli bloklarında necə hərəkət edildiyini başa düşməyi keçdim, hərəkət etməyin özü belə çox çətinidir. Əminliklə deyə bilərəm ki, bu gün mövcud olan humanoid robotların çoxu sizə bəlkə nəzəri fizika dərsi keçə bilsə də, bu pilləkənlərin qarşısında tamamilə acizdirlər.

Və bu əslində çox maraqlı bir haldır. Çox uzun illər neyroelmdə dil anlama, nitq istehsal etmə kimi ali funksiyaların ən son anlaşılacağı, mühəndislik yolu ilə bu şeylərə ən sonda nail olunacağı düşünülürdü. Lakin 1997-ci ildə

həmyerlimiz, şahmat üzrə uzun illər dünya çempionu olan Qari Kasparova qalib gələn DeepBlue bunun bəlkə də belə olmayacağına ilk işarəsini vermişdi. Təxminən həmin dövrlərdə Honda-nın inkişaf etdirdiyi ASİMO isə təxminən belə bir şey idi:

<https://www.youtube.com/watch?v=VTIV0Y5yAww>

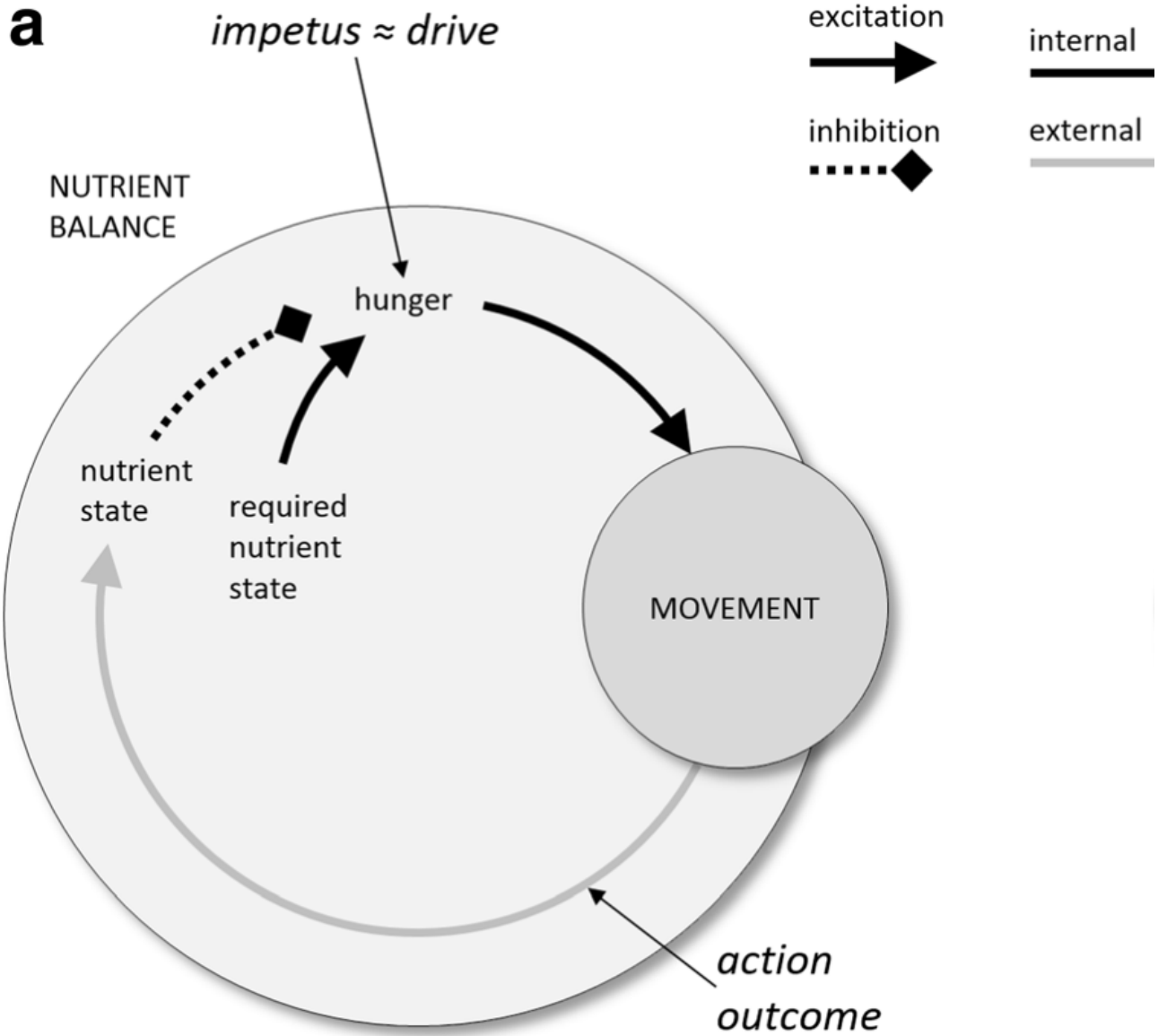
Bu tarixi fraqment 1980-lərdə Hans Moravec-in diqqəti çəkdiyi və yoldaşın adını daşıyan Moravec paradoksunun bir təcəssümüdür. Moravecin diqqəti çəkdiyi şey bizim ali hesab etdiyimiz qabiliyyətlərdən fərqli olaraq, bizim daha təməl hesab etdiyimiz bir çox hissi-hərəkəti koordinasiya, qavrayışın çox nəhəng hesablama resursları tələb etməsi idi. Moravec-in özünü dinləyək:

İnsan beyninin hissi və hərəkəti bölgələrində kodlaşdırılmış şey milyard illərlə dünyada yaşayıb burada həyatda qalmaqla bağlı təcrübədir. Bizim şüurlu formada etdiyimiz və düşüncə olaraq adlandırdığımız şey əslində insan düşüncəsinin ən nazik səthidir və yalnız daha güclü və qədim olan qeyri-şüuri, hissi-hərəkəti bilgi tərəfindən dəstəkləndiyinə görə effektivdir. Biz qavrayış və hərəkəti sahələr üzrə olimpiya çempionlarıyıq, çətini elə edirik ki, qıraqdan baxana asan görünür. Mücərrəd düşüncə isə təxminən 100 min illik, təzə tryuktur. Bunda hələ ki, ustalığa nail olmamışıq. Bu əslində çox çətin bir şey olmasa da, biz eləyəndə bizə çətin gəlir. (Moravec 1988, səh.15-16)

Başqa sözlə, təməl davranışları sərgiləmək üçün lazım olan şeyləri eləmək bizə asan gəlir, lakin bu həmin şeylərin əslində asan olmasından yox, milyardlarla il sürən təkamül prosesindən xəbər vermiş ola bilər.

Əvvəlki dərslərdən birində Elxanın da qeyd etdiyi kimi, 3.8 milyard illik təkamül prosesinin ən əvvəlinə qayıtsaq, qarşımıza öz-özünü davam etdirən proseslər görünür. Öz-özünü zamanda davam etdirməyin həyatın əsas məqsədi olduğunu qəbul etsək, qarşımıza dərhal bir problem çıxır. Kimyəvi proseslərin davam etməsi üçün ətraf mühətdən material və enerji girişinə tələbat var. Bu isə o deməkdir ki, öz-özünü davam etdirmək istəyən bir şey hansısa bir

şekildə bunun üçün lazım olan şeyləri əldə etməlidir. Sözlə izah etdiyim bu prosesi bir dövrə olaraq görə bilərsiniz:

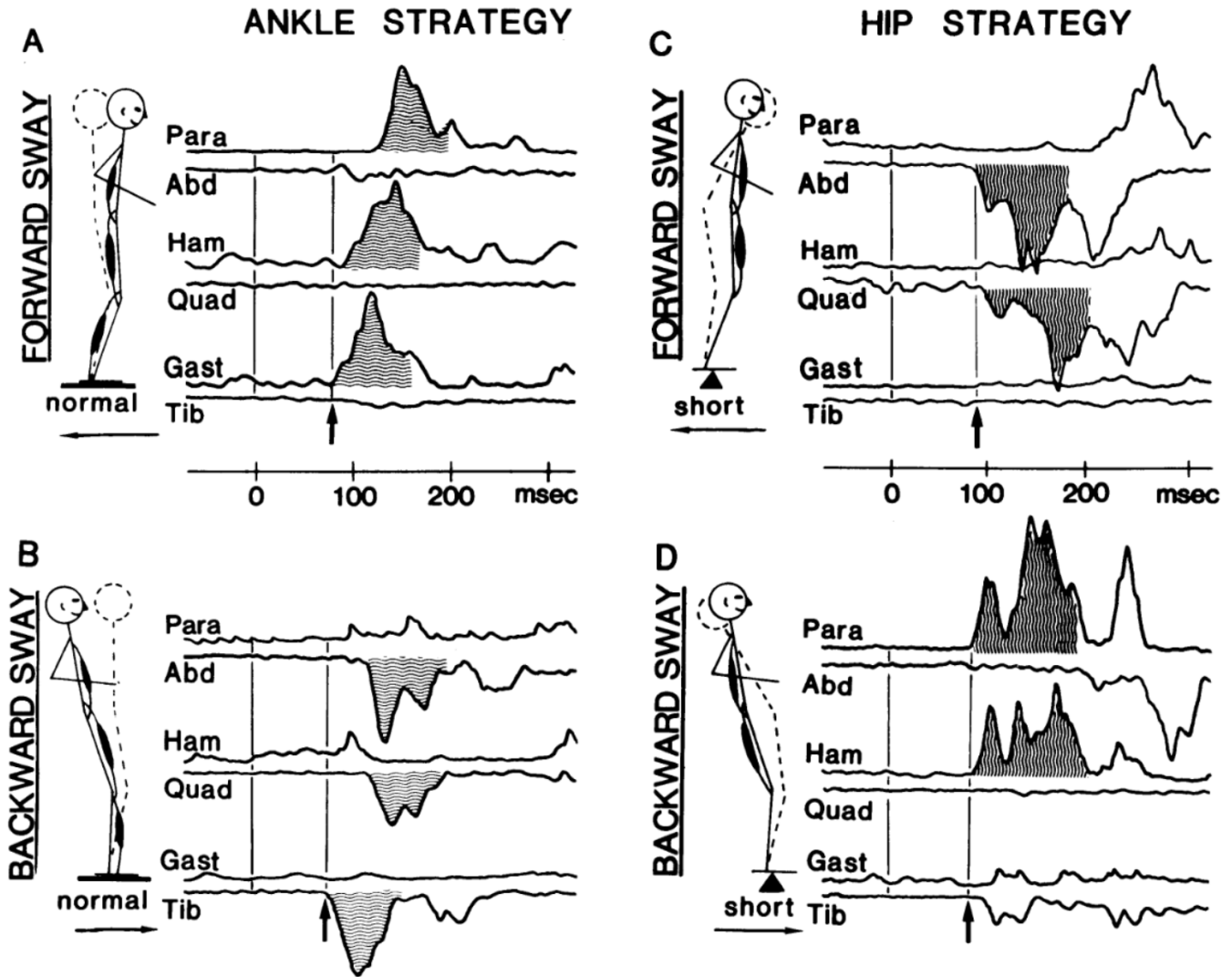


Gördüyünüz bu sxem adi bir mənfi əks-əlaqə dövrəsidir. Mənfi, ona görə ki, hərəkət geriye dönüb onu yaradan tələbatı aradan qaldırır. İstər təkhüceyrəli bir canlı tərəfindən, istərsə də bizim kimi nəhəng çoxhüceyrəli canlıların sərgilədikləri bütün davranışların ən fundamental səviyyədə əks-əlaqə yolu ilə tənzimləndiyini iddia edənlər (bax Cisek 2019) var və mənə bu görüş həddən artıq maraqlı gəlir.

Bütün bunların bizim gəzintimizlə nə əlaqəsi var? Pilləkənlərdən düşərkən etdiyimiz şeyi iki əks-əlaqə dövrəsi ilə izah etmək olar: 1) İndiki olduğu yerindən hədəfə, küçəyə düş və 2) bunu edərkən boynunu sındırmamaq üçün müvazinətini saxla. Birinci dövrə hansı istiqamətdə hərəkət etdiyinizi təyin edir: əgər aşağı yerinə yuxarı qalxmağa başlasanız, bu dövrlər tələb olunandan kənara çıxdığınızı təyin edib sizi əks istiqamətə sürükləyəcək. İkinci isə konkret addımlarınızı necə atdığınıza nəzarət edir.

Pilləkəndən düşərkən müvazinəti saxlamaq çoxumuza çox avtomatik bir proses olaraq gəlsə də, indi baxacağımız çalışma bunun belə olmadığını göstərəcək, və eyni zamanda müvazinətin qorunması zamanı əksəlaqə prinsipinin bir örnəyini nümayiş edəcək.

1986-cı ildə dərc olunan bu çalışmada (Horak & Nashner 1986) təcrübə iştirakçıları fərqli uzunluqlardakı dayaq səthlərin üstündə durarkən həmin səthə xaricdən müdaxilələr olunur. Bədən bu müdaxilələrə qarşı kompensator reaksiyalar verərək müvazinəti saxlayır. İştirakçının orta uzunluqdakı yerdə duranda solda gördüyünüz topuq strategiyası ilə müvazinət qorunur. Bu strategiya topuqdan başlayaraq yuxarı doğru əzələlərin ardıcıl yığılması ilə həyata keçirilir. Maraqlıdır ki, daha qısa dayaq səthində duran iştirakçılar isə sağda göstərilən çanaq strategiyası ilə müvazinəti bərpa edirlər. Şəkildən də gördüyünüz kimi bu zaman əzələ aktivləşməsi ardıcılığı topuq strategiyasının əksi istiqamətdə baş verir.



Bura qədər hər şey təxmin etdiyimiz kimidir: belə görünür ki, bədənün iki gözəçarpan dərəcədə fərqlənən hərəkəti proqramı var və vəziyyətdən asılı olaraq bunları aktivləşdirib müvazinəti bərpa etməyə nail olur. Bu qanunauyğunluqlar ilk baxışdan sadəlikləri ilə pilləkənə aşağı düşməyin nəyə görə bizə avtomatik bir şey kimi gəldiyini açıqlaya bilir.

Lakin iştirakçını bu iki uzunluğun arasındakı bir uzunluğa sahib səthə qoyub eyni müdaxilələri edərkən qarşımıza bir qədər fərqli mənərə çıxır. Yeni şəraitdə bədən topuq və çanaq strategiyalarının müəyyən qarışığını ifadə etməyə başlayır. Maraqlıdır ki, oxşar davranış bir səthdə məşq etdikdən sonra digərinə keçəndə də müşahidə olunur.

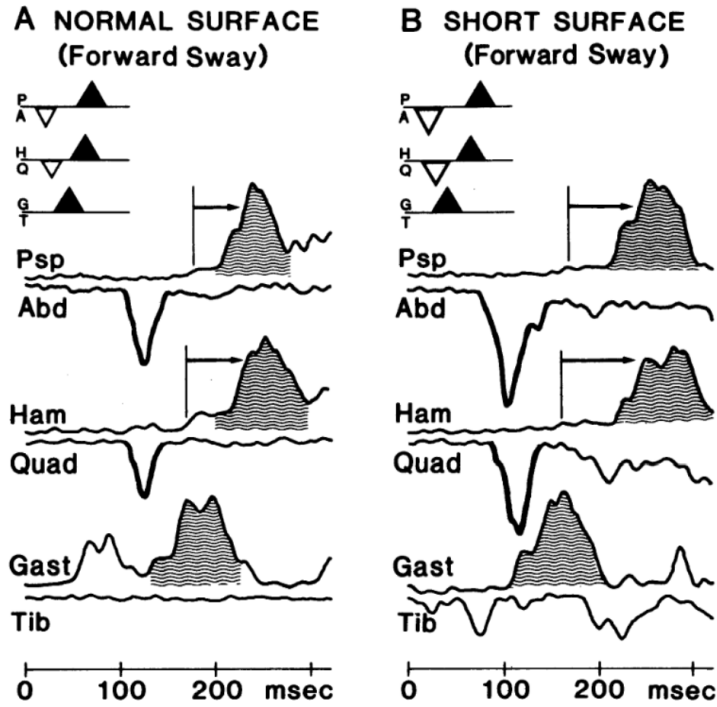


FIG. 3. Typical complex transition EMG patterns during practice trials on normal surface (A) and on 9-cm short surface (B). Ensemble average of first 5 trials, following change in surface, from subject C who later progressed to pure ankle and hip strategies with practice. Components of ankle strategy, *solid triangles* in schematic pattern and *shaded* EMG areas; components of hip strategy, *open triangles* in schematic and *outlined* EMG areas in this and subsequent figures. The latencies of Ham and Psp were proportional to the amplitude of activation of their respective antagonists, Quad and Abd (shown by *arrows*). Short-latency response in Gast while standing on the normal surface was seen only in this subject.

Bu isə onu göstərir ki, bədən kortəbii şəkildə bu və ya digər proqramı yerinə yetirmir. Kontekstdən asılı olaraq bəsit strategiyalardan istifadə edərək daha mürəkkəb qarışıq strategiyalar yarada bilir və strategiyayı təkə həmin an baş verən şeylərə görə deyil, eyni zamanda yaxın keçmişdəki təcrübəsinə görə də **uyğunlaşdırır**. Robotların bu yaxınlara qədər edə bilmədikləri əsas şey məhz bu zəngin kontekstə duyarlılıq idi.

Bu təcrübə bizə niyə göstərir? 1) Canlıların nümayiş etdirdikləri vacib davranışların kökündə sadə əks-əlaqə prinsipi ilə işləyən hərəkəi proqramlar ola bilər, lakin eyni zamanda 2) bədən bu bəsit əks-əlaqə dövrlərini dəyişkən (flexible) formada istifadə edə bilər.

2. Naviqasiya

Sağ-salamat küçəyə düşdükdən sonra parka getmək istəyirsiniz. Parka gedib çıxmaq üçün sizə nə lazımdır?

{Müzakirə}

Müasir dünya bizi GPS-ə öyrədirsə də, GPS-in olmadığı yerlərdə naviqasiyanın idraki (cognitive) xəritələr yolu ilə aparıldığı düşünülür. Bu ideyaya görə beynimiz avtomatik olaraq bizim olduğumuz məkandakı obyektlərə nəzərən harda yerləşdiyimizi təmsil edən bir növ xəritə yaradır. Bunu hardan bilirik?

Tolman və həmkarlarının ikinci dünya müharibəsindən dərhal sonra siçovullar üstündə apardıqları eleqant təcrübələr beyində idraki xəritələrin yaradıldığının ən erkən dəlillərindən birini vermişdir (Tolman et al. 1946). Təcrübə tədqiqatçıların tikdiyi bir cüt spesifik formaya sahib tunellərdə baş tutmuşdur.

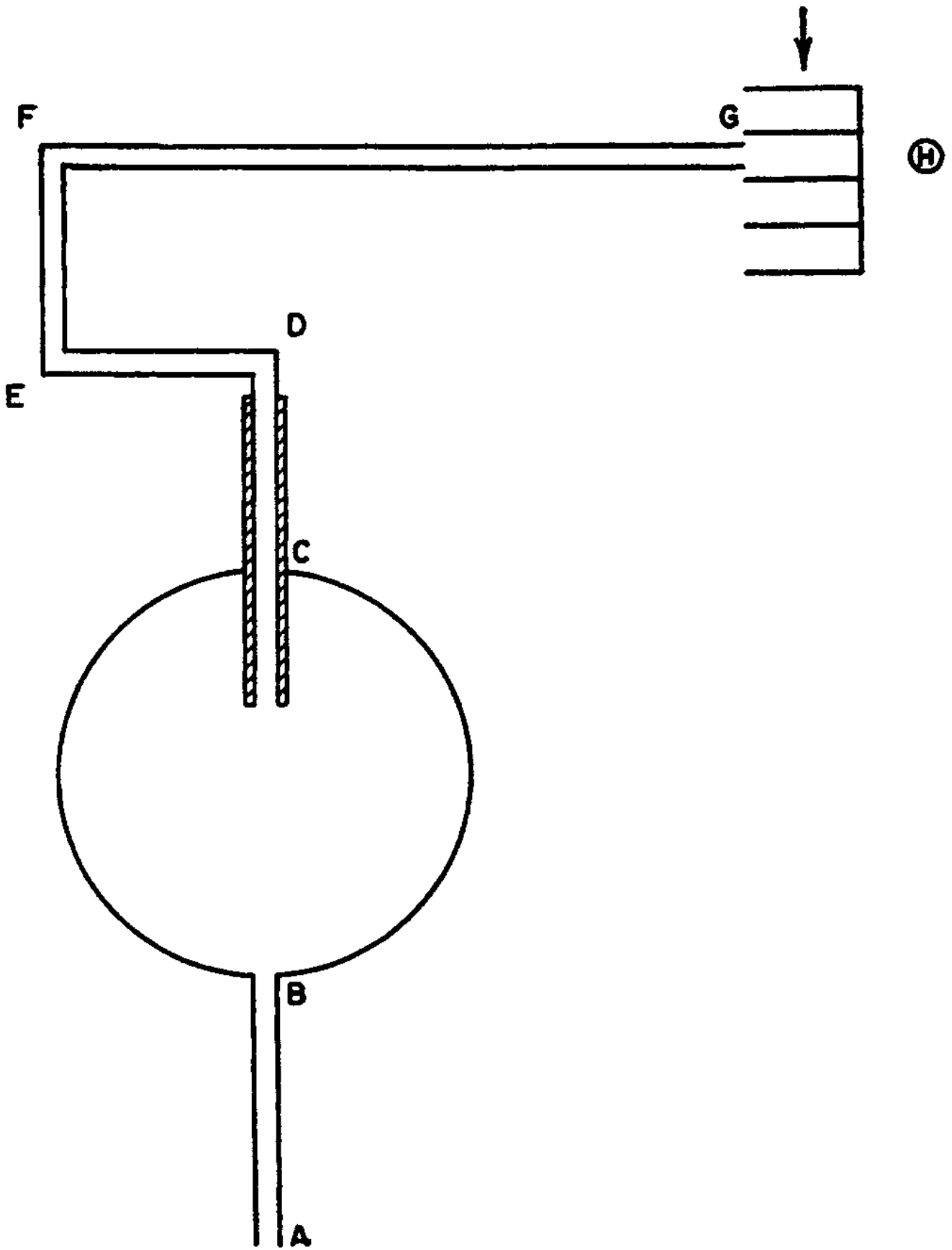


Figure 1. Apparatus used in preliminary training.

Yuxarı sağ küncdə H ilə göstərilmiş yer heyvanın qidalanma qutusudur. Təcrübənin öyrənmə fazasında tədqiqatçılar siçovulları qida qutusunda tədricən daha uzaq nöqtələrə qoyub onlara qida qutusunu tapmağı öyrədiblər (5 gün ərzində). Sınaq günü isə heyvanlar növbəti tunelə yerləşdirilmiş və onların hansı istiqamətdə getdikləri qeyd olunmuşdur.

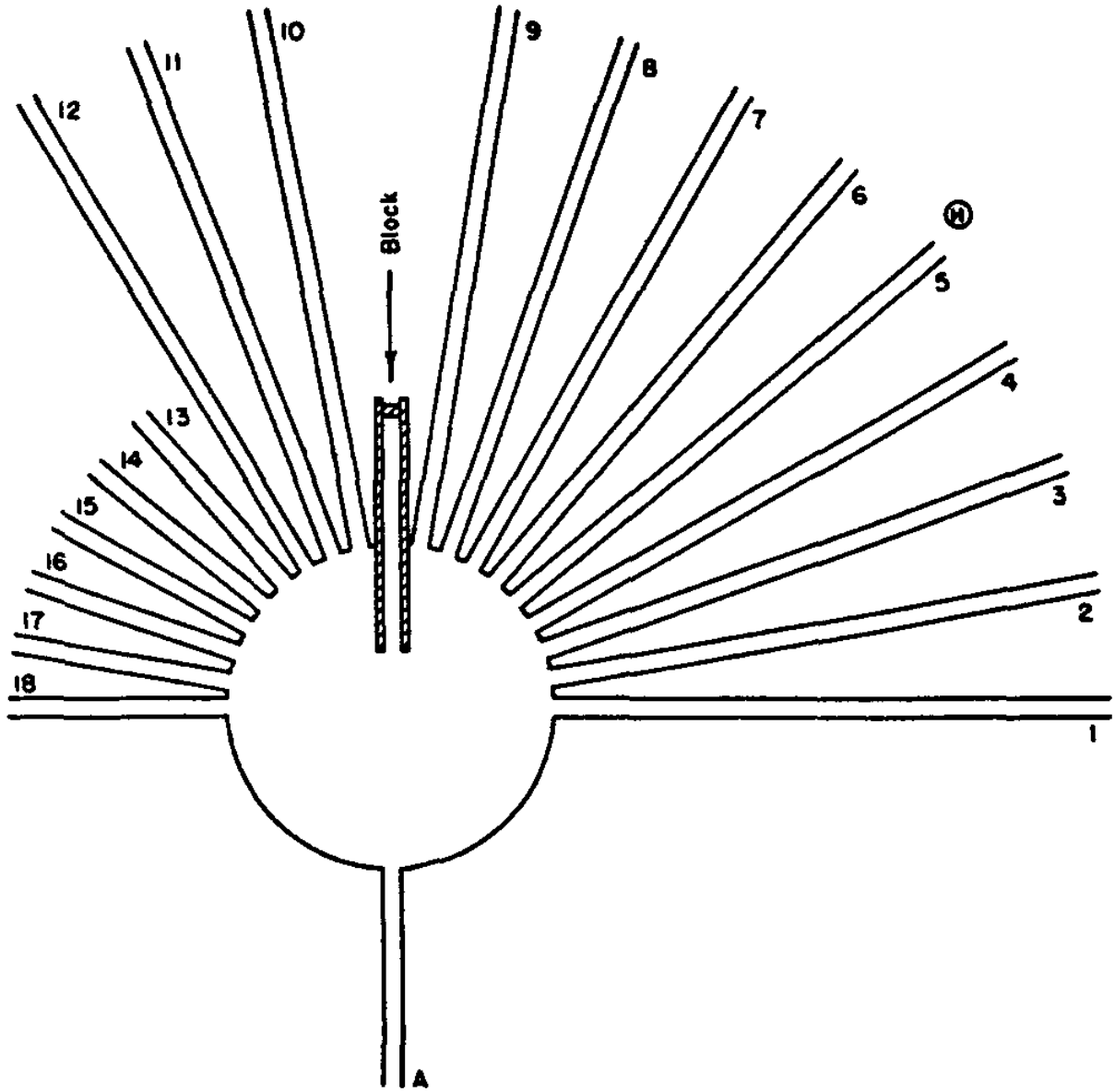


Figure 2. Apparatus used in the test trial.

Gəlin ilk öncə bu sual üzərində düşünək. Təcrübənin aparıldığı dövrlərdəki dominant düşüncə heyvan davranışını bir-birinə tikilmiş qıcıq-reaksiya zənciri kimi görürdü. Canlılar mükafat ala-ala və cəzalana-cəzalana nələrin mükafata, nələrin cəzaya yol açdığını öyrənir və bu öyrənilmiş əlaqələr canlının hansı davranışı sərgiləyəcəyini təyin edir. Əsasən B.F. Skinner-in adı ilə əlaqəli olan bu düşüncəyə **davranışçılıq** (behaviorism) deyilir və maraqlananların dərstdən sonra bu tarixlə daha yaxından tanış olması üçün oxuma siyahısında bir-iki mətn yerləşdirəcəyəm. Lakin gəlin indilik əlimizdəki təcrübəyə qayıdaq: bu çalışma canlının idraki xəritədən istifadə edib-etmədiyini təyin etməyə necə icazə verir?

{Müzakirə}

Siçovulların hansı tuneli seçdikləri bu qrafikdə göstərilib:

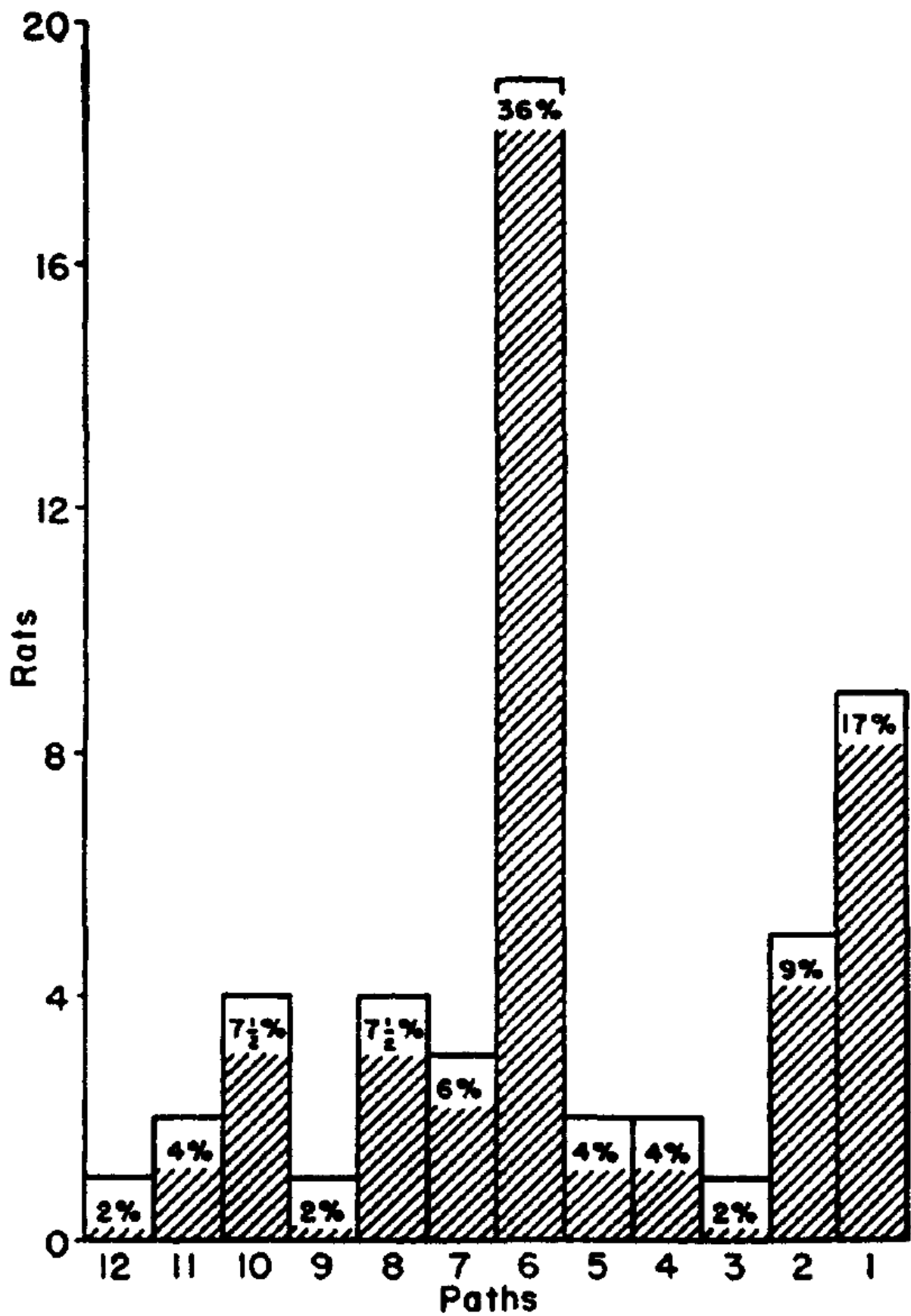


Figure 3. Numbers of rats which chose each of the paths.

Davranışları müşahidə olunan 53 siçovuldan 19-u, yəni 36%-i öyrənilən yolla deyil, kəsə yolla qida qutusuna doğru getməyə çalışıb. Bu nəticə nəyə görə vacibdir? Ona görə ki, çox sadə bir şəkildə canlıların təkcə öyrənilmiş davranışları bir-birinə tikmədiyini nümayiş etdirir. Ölçülən şey təkcə canlının kənarından görülə bilən hərəkətləri olsa da bu hərəkətlər canlının necə düşündüyü ilə bağlı bizə konkret ipucları verir.

Bəs bunun beyində bu idraki xəritənin necə yarandığı ilə bağlı nə bilirik. Bu sahədəki ən fundamental tapıntılardan biri 2014-cü Tibb və Fiziologiya üzrə Nobel mükafatının qaliblərinə aiddir.

John O'Keefe 1970-ci illərdə apardığı təcrübələrdə yeni-yeni ortaya çıxan elektrodlardan istifadə edərək sərbəst hərəkət edən siçovullarda müəyyən məkana xas neyronların olduğunu müəyyən edib. Bu yeni video olsa da düşünürəm ki, ideyanı daha yaxşı izah edir.

[<https://www.youtube.com/watch?v=ZNEEvZz4hU>]

Gördüyünüz kimi fəaliyyəti ölçülən bu neyron ancaq heyvan ərazinin sağ aşağı küncündə olanda fəaliyyət potensialları istehsal edir və buna görə də "məkan hüceyrəsi" adını alır. 1976-cı ildən olan orijinal çalışmada bunun kimi ölçülən 50 neyronun 26-sı heyvanın hərəkət etdiyi ərazini böyük ölçüdə əhatə edirdi. (Burada göstərilən bölgələrdən hər biri heyvan nömrə 217-dən ölçülən məkan hüceyrələrinin)

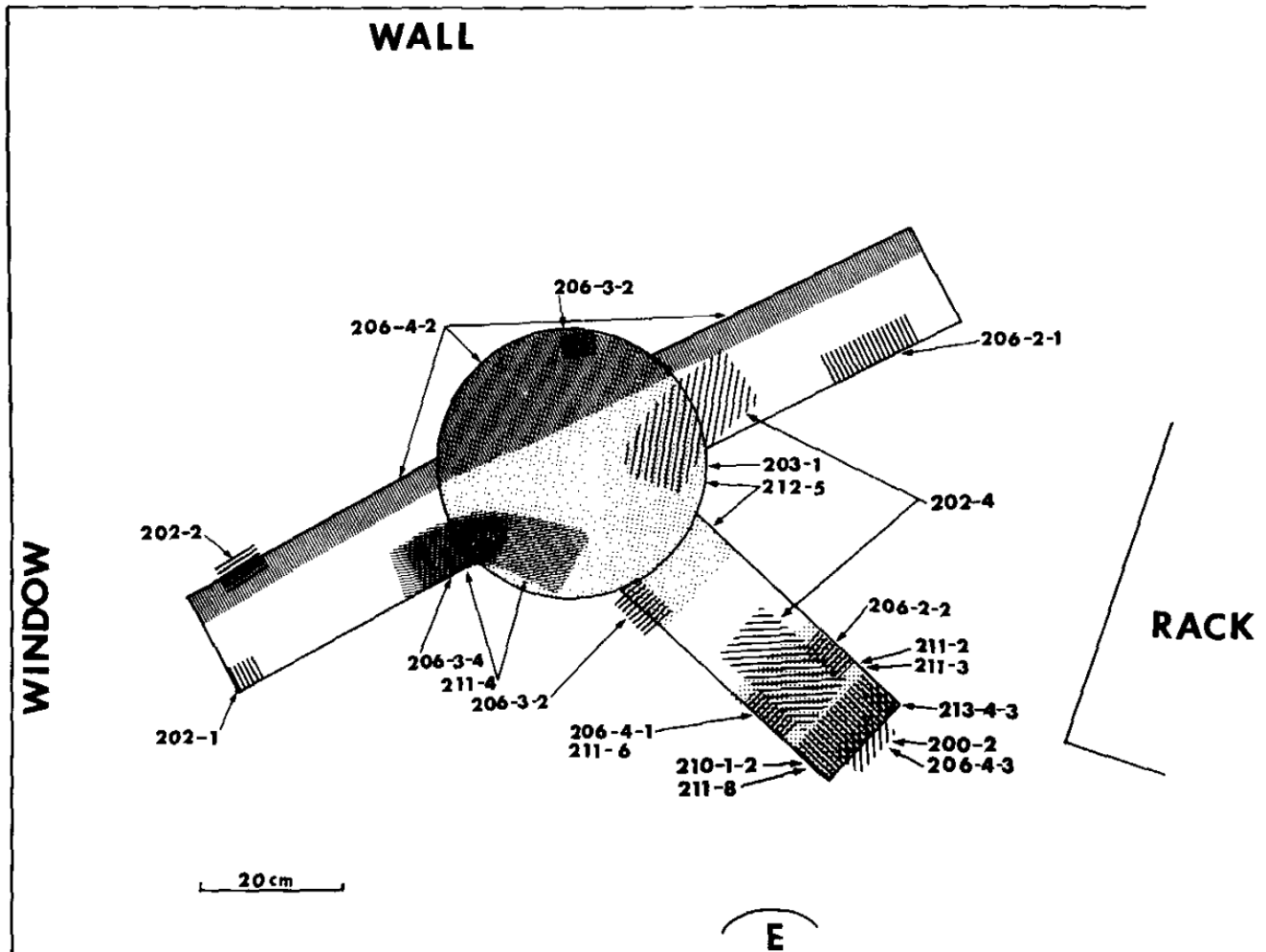
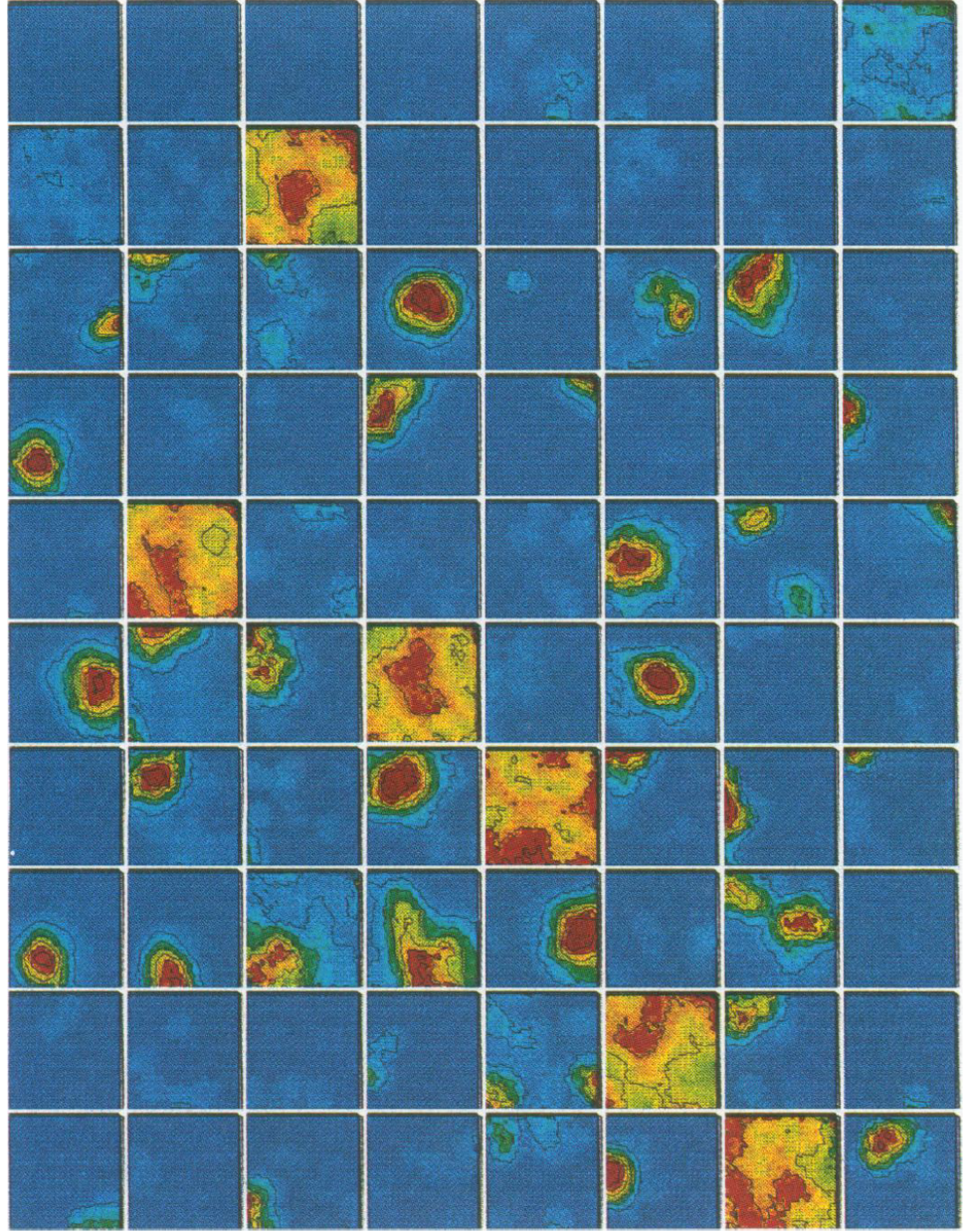


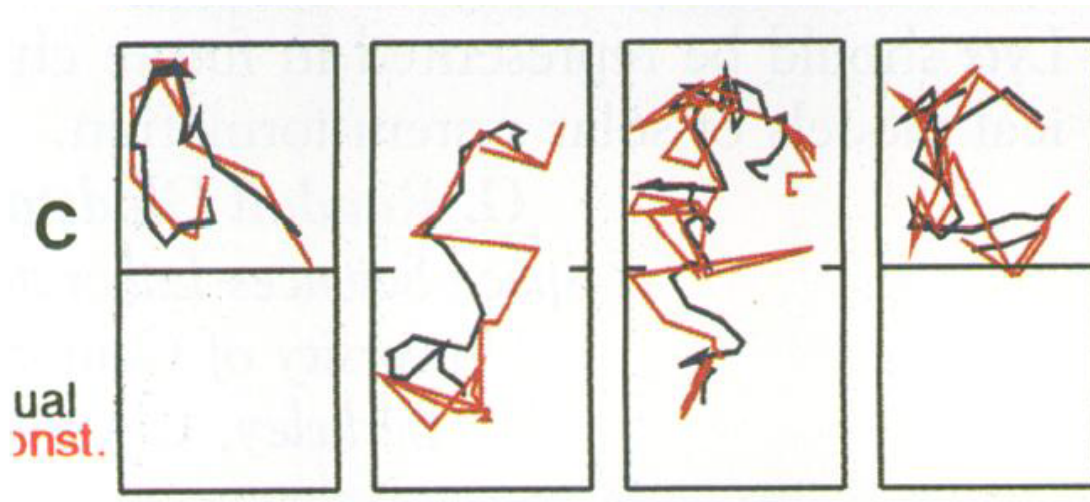
FIG. 2. Place fields for all place units except 213-4-2 and those from animal 217.

Əlinizdə kifayət qədər hüceyrə olarsa, bu neyronların fəaliyyətlərindən yola çıxaraq heyvanın məkanda harada olduğunu da təxmin edə bilərsiniz. Bunun reallaşması üçün eyni zamanda çox sayda neyronun fəaliyyətini hüceyrə səviyyəsində ölçməyə qadir olmalısınız. Bunun ən ilk nümunələrindən birində Wilson və McNaughton (1993) məhz buna nail olublar.

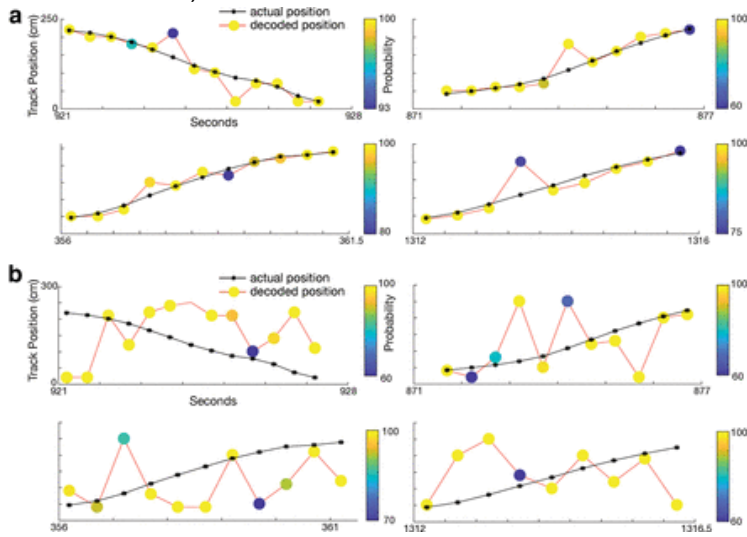
Fig. 1. Spatial firing distributions of 80 simultaneously recorded pyramidal and inhibitory neurons in the hippocampal formation of rat 1 during unrestrained exploration in the familiar half of the environment (box A). Each panel represents the spatial distribution of the firing rate for one cell. Maximal rates for cells with significant spatially related firing are indicated by red; no firing is indicated by dark blue. The inhibitory cells exhibit more dispersed firing. Many cells, which were active in other contexts, were virtually silent in box A; some of these became active in box B.



Neyron fəaliyyətinin dekodlaşdırılması üçün çox sayda metod var və bunun detallarına girmək o qədər də vacib deyil bu gün. Lakin bunu ən bəsit formada neyronlar arasında "səsvermə" kimi də görə bilərsiniz. Hər hansı bir anda bir sıra neyron fəaliyyət potensialı istehsal edir. Siz bu neyronlardan hər birinin aşağı-yuxarı nəyə qarşı həssas olduğunu bildiyinizə görə, neyronların "səslərini toplayıb" canlının harada olduğunu təxmin edə bilərsiniz.

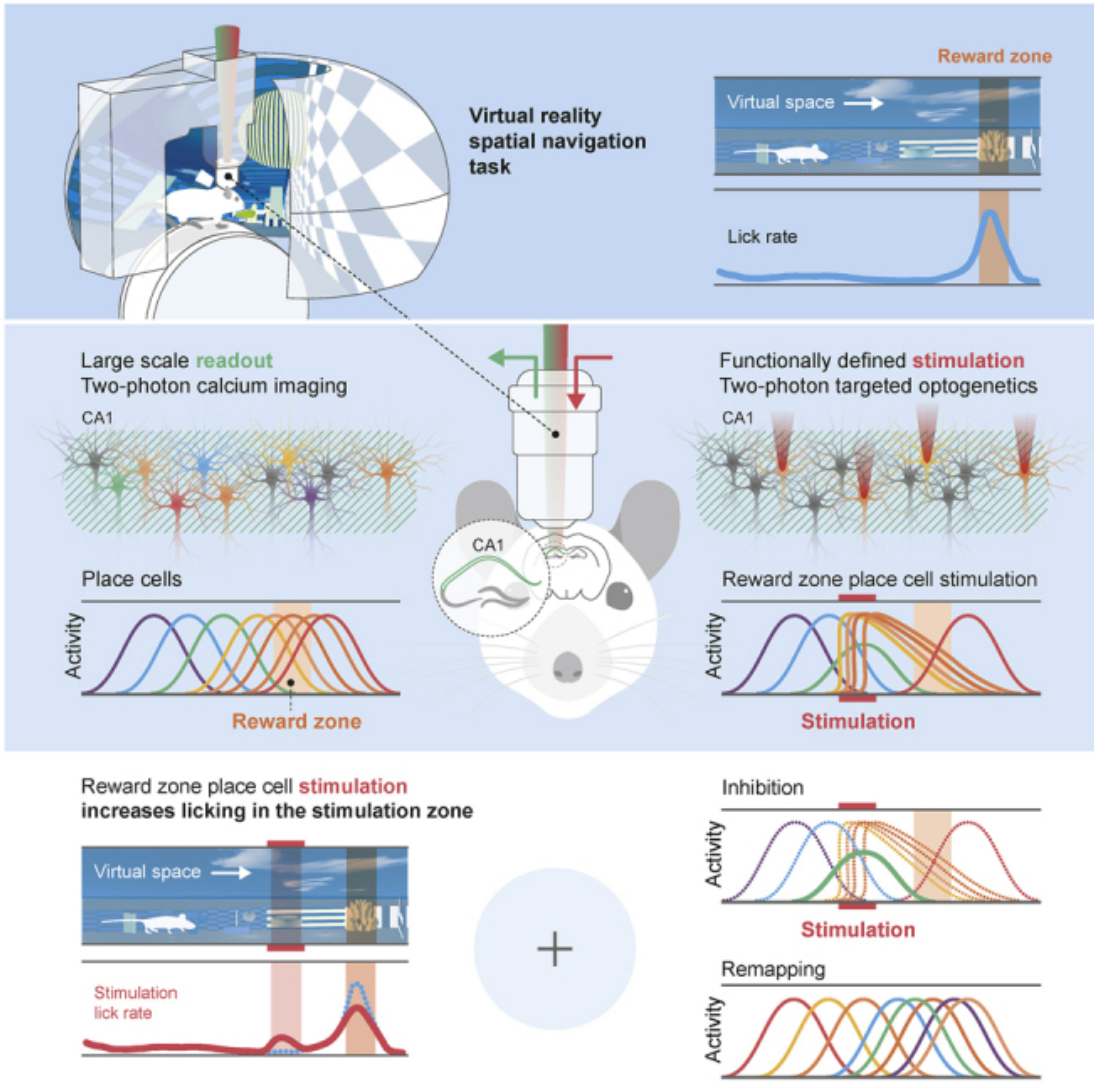


Bu analizi bu günlərdə ilk dərsdə danışdığımız kalsium görüntüləməsi ilə belə etmək mümkündür ([Wirtshafter and Disterhoft 2022](#)):



Son olaraq bu hüceyrələrin ən başda dediyimiz kimi naviqasiyada iştirak etdiyini necə yoxlamaq olar sizcə?

{müzakirə}



Bu çalışmada ([Robinson et al. 2020](#)) tədqiqatçılar siçanlara virtual reallıq mühitində məkan tapşırığı yerinə yetirməyi öyrədiblər. Tapşırıq isə virtual tunelin ancaq müəyyən bir yerində şəkərli suyu yalamaqdır. Beyinləri kalsium görüntüləməsi yolu ilə görüntülənən siçanlar gördüyünüz ağ qaçış zolağının üstündə hərəkət edərək virtual tuneldə irəliyə gedə bilir. Siçan məkanda hərəkət etdikcə görüntülənən məkan hüceyrələrinin məkanın harasında aktivləşdiyini təyin edə bilirik. Ölçülən məkan hüceyrələrinin həqiqətən də naviqasiyada iştirak edib-etmədiyini öyrənmək üçün mükafatın alındığı yerə xas hüceyrələr birinci dərşdə gördüyümüz optogenetik metoda aktivləşdirilib. Aktivləşdirmə heyvan mükafat yerinə çatmadan edilib, və bir mənada heyvanın mükafat yerində olduğuna "inandırılıb". Nəticədə görülüb ki, yalnız bir neçə həmin məkana xas hüceyrələrin aktivləşdirilməsi siçanda yalama reaksiyasını yaratmaq üçün kifayət edib. Bu isə öz növbəsində o deməkdir ki, məkan hüceyrələrin fəaliyyəti həqiqətən də heyvanın məkanda davranışına təsir edir.

Bütün bu çalışmaları göstərir ki, evdən çıxıb parka getmək kimi məkanda naviqasiya tələb edən hərəkətlərdə beyinin konkret bir strukturunda formalaşan idraki xəritənin oynadığı rolunu təsvir edir. Gəlin xəritələrimizə bir qədər fasilə verək və sonra qayıdıb yolumuza davam edək.

{FASİLƏ}

3. Emosiyalar

Məhləmlə tanışlığımızdan yaranan idraki xəritəmiz bizə məkanda planlar qurmağa, səmərəli şəkildə hərəkət etməyə icazə versə də, eyni təcrübə bizim üçün məkanın emosional xəritəsini də çəkir. Sözügedən məkanda

yaşadığımız şeylər, keçirdiyimiz emosiyalar, bu obyektiv xəritəni subyektiv çalarlarla rəngləyir. Zibil iyi gələn, baxımsız dalandan keçən yol ən kəsə yol olsa belə ordan keçməmək mümkündürsə keçməməyi seçirik. Davranışın bu emosional tərəfi bizim fərdi seçimlərimizə təsir etdiyi kimi, yaşadığımız yerlərə də təsir edir, çünki nə qədər güclü olmasından asılı olmayaraq, çox sayda insanın keçirdiyi oxşar emosiyalar yaşadığımız məkanda toplananda gözəçarpan miqyas alır. Mənim bildiyim qədər belə bunun ən eleqant nümayişi Thomas Schelling-in adı ilə bağlıdır. O 1971-ci ildə dərc olunmuş məqaləsində (Schelling 1971) ən xırda sosial faktorların belə fərqli qrupların bir-birindən təcrid olunmasına necə yol açdığını riyazi model ilə göstərmişdir. Schelling-in modelləşdirdiyi proses təxminən belə görünür:

<https://www.youtube.com/watch?v=dnffIS2EJ30>

Məkanda iki qrup təyin olunur və onlar təsadüfi şəkildə əraziyə paylanır. Hər fərdin yaşamaq istədiyi məhəlləyə aid tərcihləri var və bu istəklərə bağlı olaraq yaşadığı yeri dəyişə bilir. Məsələn, hər bir fərd qonşuluqda özü kimi ən azı 30% və ya 50% insan olanda yaşadığı yerdən razı olur və orada qalmağa davam edir. Qonşuluğun statistikasına bu rəqəmdən aşağı düşərsə, fərd bu tələbinin qarşılandığı yere köçməyə qərar verir. İnsanları harada yaşadıklarını bu qaydalara əsasən zamanda dəyişir. Schelling modeli bu qaydalara əsasən insanların necə yer dəyişdiyini simulyasiya edir və göstərir ki, ən kiçik tərcihlər belə zamanla qrupların bir-birindən təcrid olunmasına gətirib çıxara bilər. Yəni, sosial təcridolunmanın (segregation) əmələ gəlməsi üçün insanların aktiv şəkildə irqçi, sinifçi və s. olmasına ehtiyac belə yoxdur. Bəs bu tərcihləri yaradan faktorlar nələrdir?

Ən təməl səviyyədə neyroelmin bu suala verdiyi cavab canlıların şeylərlə yaratdığı mənfi və müsbət əlaqələrdir. Məsələn, işıqların həmişə yandığı, küçenin gecə vaxtı işıqlandırıldığı, adi insanların çox olduğu bir ərazi çox vaxt təhlükəsizlik hissi və təhlükəsizlik reallığı ilə birgə gəldiyinə görə bu faktorlarla müsbət əlaqələr yaradır. Əksinə, atılmış, pəncərələri qırılmış, içi qrafiti, iyne ilə filan dolmuş bir binanın ətrafı isə çox vaxt təhlükəli yer kimi qavranılır və çox vaxt doğrudan da təhlükə mənbəyindən uzaq olmur.

Qorxu hissi neyroelmin ən çox araşdırılan sahələrindən biridir və bu sahədə ən ön çıxan şeylərdən biri amiqdala adlı kiçik bir beyin bölgəsinin oynadığı mərkəzi roldur.

Amiqdalanın emosional proseslərdə iştirakı neyroelmin "kəsib-doğrama" fazası adlandırdığım, keçən əsrin 30-60-cı illərinə gedir. Bu dövrə aid çalışmalarda beynin müxtəlif bölgələri cərrahi yolla kəsilir və nəticədə yaranan dəyişmələr analiz olunurdu. Prinsip baxımından bu yanaşma biologiyadan başqa elmin bir çox sahəsində, hətta bu gün süni intellekt araşdırmalarında da istifadə olunur. Burada tədqiqatçılar canlı beyin yerinə süni neyral şəbəkələrin müxtəlif bölmələrinin nə etdiyini başa düşmək üçün onları sistemdən "kəsib götürürlər" və yaranan nəticələrdən yola çıxaraq sistemi anlamağa çalışırlar. Amiqdalanın rolunun anlaşılmasının tarixi də (ən azından mənim izləyib tapa bildiyim qədər belə) Klüver və Bucy (1937) tərəfindən Rhesus meymunları üzərində aparılan təcrübəyə gedib çıxır.

“Psychic blindness” and other symptoms following bilateral temporal lobectomy in Rhesus monkeys. HEINRICH KLÜVER and PAUL C. BUCY. Otho S. A. Sprague Memorial Institute and Divisions of Psychiatry, Neurology and Neurosurgery, University of Chicago, Chicago, Ill.

In connection with a study of hallucination-producing drugs the temporal lobes of an adult Rhesus monkey were removed in two stages. Up to the present (4 weeks after removal of the second lobe) the following symptoms can be observed. The animal does not exhibit the reactions generally associated with anger and fear. It approaches humans and animals, animate as well as inanimate objects without hesitation and although there are no motor defects, tends to examine them by mouth rather than by the use of the hands. There is a general slowing down of movements; the quick, jerky movements characteristic of the normal Rhesus monkey have almost entirely disappeared. Various tests do not show any impairment in visual acuity or in the ability to localize visually the position of objects in space. However, the monkey seems to be unable

]]

to recognize objects by the sense of sight. The hungry animal, if confronted with a variety of objects, will, for example, indiscriminately pick up a comb, a bakelite knob, a sunflower seed, a screw, a stick, a piece of apple, a live snake, a piece of banana, and a live rat. Each object is transferred to the mouth and then discarded if not edible. In Klüver's "formboard" test the same response is made to the stimulus figures, such as a square or a circle, as to the food itself. In each test the animal transfers first the piece of cardboard with the stimulus figure to the mouth, examines it and then does the same with the food. These symptoms of what appears to be "psychic blindness" are not present in four other monkeys which are being studied at present and in which only one temporal lobe has been removed. However, these cases seem to respond less easily and less strongly to a variety of stimuli which in monkeys with one or both frontal, parietal or occipital lobes extirpated or in normal monkeys, call forth extreme excitement as evidenced by motor or vocal behavior.

Təcrübədə yoldaşlar meymunların temporal lobu və korteksin altındakı strukturları (o cümlədən amiqdala və hippokampusu) ikitərəfli formada kəşmiş və nəticədə bir sıra simptomları xarakterizə etməyə çalışıblar və bu simptomların müşahidə olunduğu xəstəlik Klüver-Bucy sindromu adını alıb. (bu arada bu sindromla bağlı maraqlı bir hekayə üçün [bir Radiolab epizodunu](#) şiddətlə tövsiyyə edirəm) Bizim üçün maraqlısı budur ki, bütöv siyahı məhz zəifləmiş qorxu reaksiyası ilə başlayır. Lakin əlbəttə bu qədər böyük müdaxilə ilə amiqdala qədər kiçik strukturun oynadığı rolu başa düşmək çətindir.

Növbəti illərdə tədqiqatçılar Klüver və Bucy-nin tapıntılarını insanda, siçovulda təkrarlamış və daha xırda müdaxilələrlə amiqdalanın rolunu ayırd etməyi bacarıblar. Bu mövzuda inkişafa tək cərrahi əməliyyatı dəqiqləşdirməklə deyil, eyni zamanda qorxu reaksiyasını Klüver və Bucy-nin etdiyi kimi şifahi təsvir yolu ilə deyil daha sistemətik şəkildə qorxu şərtlənməsi tapşırıqları yolu ilə daha kəmiyyəvi formada öyrənərək də nail olunub. Pavlov-un təcrübələrindən də xatırladığınız kimi şərtlənmə zamanı şərti qıcıq (məsələn, işığın yanması) qorxu

reaksiyasına birbaşa yol açan qeyri-şerti qıcıqla (məsələn, elektrik şok) əlaqələnir və bir müddətdən sonra təkə işiq qorxu reaksiyanı yol açır.

Weiskrantz (1956) amiqdaları kəsilmiş meymunları məhz belə bir tapşırığı öyrədib və əməliyyatdan əvvəl və sonra onların reaksiyalarını müqayisə edib.

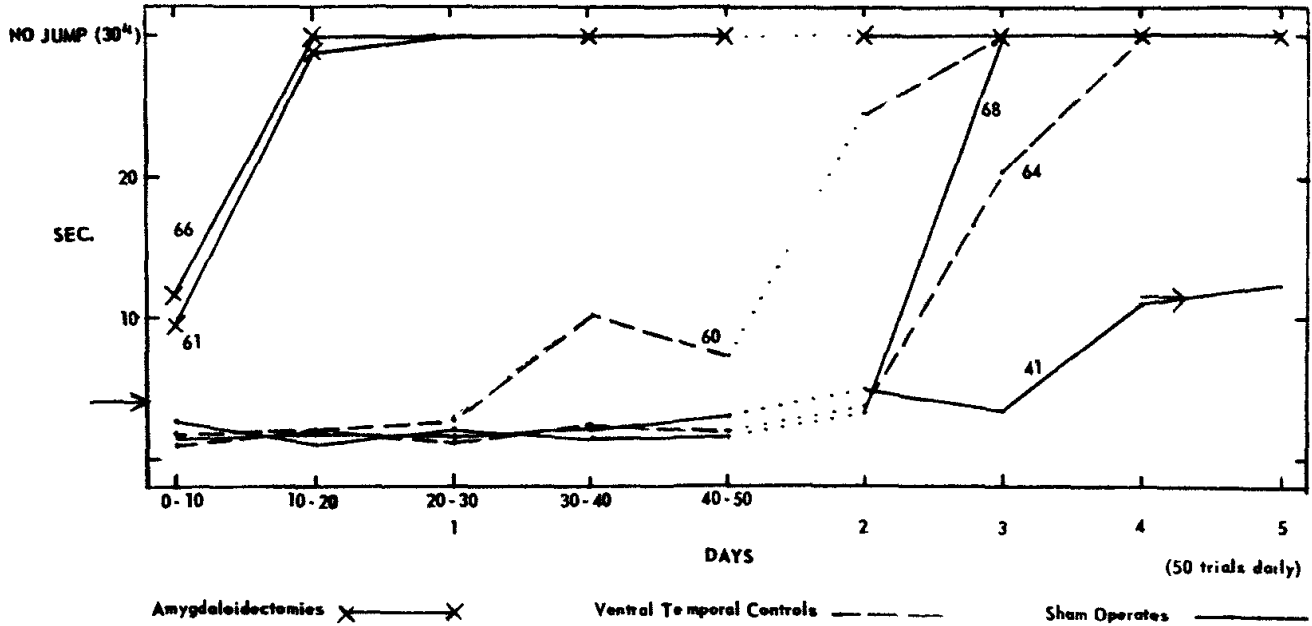


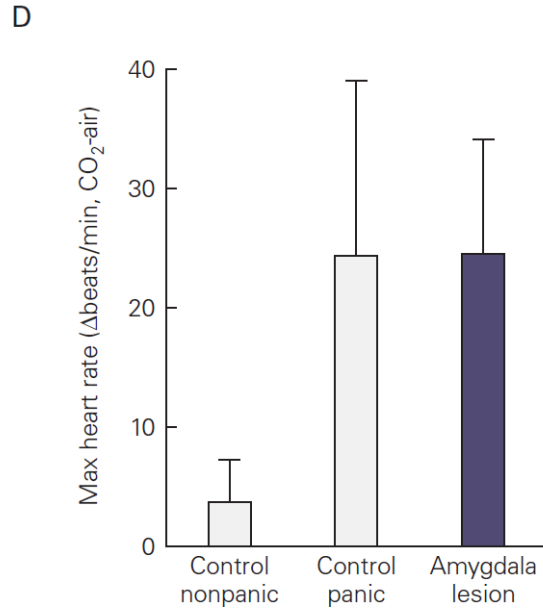
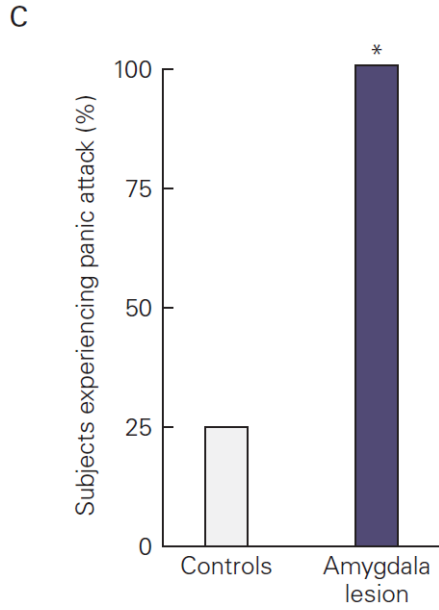
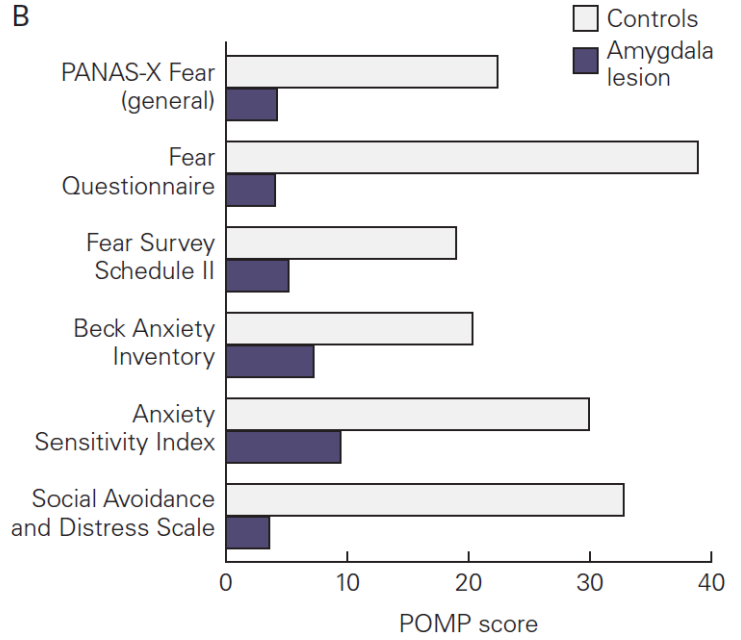
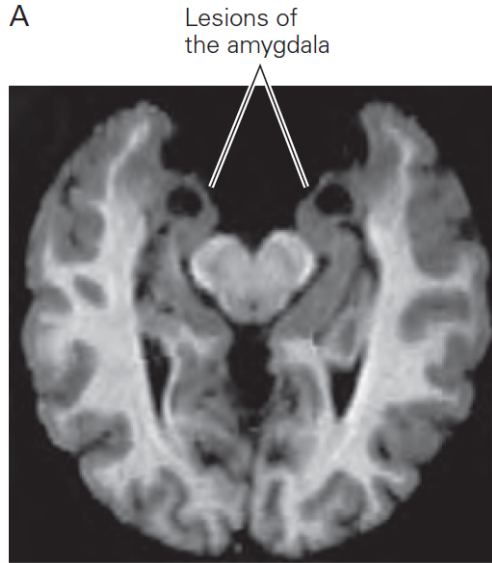
FIG. 3. Extinction of conditioned avoidance.

Bu qrafik şərti qıcıqdan sonra (ışiq) qeyri-şerti qıcıq verilməyəndə öyrənilmiş qorxu əlaqələrinin nə qədər sürətlə yoxa çıxdığına baxıblar. Nəticələr göstərir ki, amiqdaları kəsilmiş heyvanlar çox qısa zamanda öyrənilmiş qorxu reaksiyasını itirir (bir gün içində) və bu heyvanların şərti qorxu reaksiyasını öyrənmələri də daha çox zaman alır. Qısaca toxunduğumuz bu çalışmaları ardından tədqiqatçılar amiqdalanın qorxu davranışındakı rolunu daha da kiçik vahidlərə, nüvələr, hətta hüceyrə növləri səviyyəsində öyrənməyə başlayıblar.

Bu çalışmaları heyvanlarda amiqdalanın rolunu ortaya qoyur, bəs insanlar? Bunun insanlarda keçərli olduğunu necə öyrəne bilərik?

{Müzakirə}

Aydın məsələdir ki, insanların kəllələrini açıb amiqdalarını kəsə bilərik. Ona görə də insanlarda bu əlaqələri daha çox hansısa səbəbdən amiqdalarından zədələnmə olan nadir xəstələr üzərində aparılan tədqiqatlardan öyrənirik. Urbach-Wiethe xəstəliyi adlanan nadir genetik xəstəlikdə amiqdalanın zədələnməsi müşahidə olunur və bu xəstələr üzərindən insanlarda amiqdalanın insanlardakı rolunu, heyvan modellərində olduğu kimi narın miqyasda olmasa da, öyrəne bilərik. Heyvan təcrübələrindən də gözlənilirdiyi kimi bu xəstələr də qorxunun şərtlənməsi və ifadəsində çatışmazlıqlar yaşayır.



Lakin 2011-ci ildə Feinstein və həmkarlarının daha öncələri araşdırılmış xəstələr üzərində apardığı maraqlı bir təcrübə qorxunun ifadəsi üçün amiqdalanın zəruri olduğu fikrini sual etmişdir. Buna qədər qədər bu xəstələr üzərində aparılmış tədqiqatlarda xəstələrə xaricdən qorxuducu, panikaya yol açmalı olan qıcıqlar verilib (ilan, hörümçək, uşaqlıq travmaları və s.) və görülüb ki, bu xəstələr sağlam kontrollarla müqayisədə çox aşağı qorxu hissi nümayiş etdiriblər. Bədən üçün xaricdən gələn qıcıqlar kimi daxildən gələn qıcıqlara da həssas olmaq həyati əhəmiyyət daşıyır. Bəs daxildən bir insanı necə qıcıqlandırmaq olar?

{Müzakirə}

Feinstein və həmkarlarının təcrübəsində tədqiqatçılar iştirakçılara nəfəs yolu ilə karbon dioksid aldırırlar. Normalda CO_2 -nin nəfəslə udulması hava çatışmazlığı, qorxu və panikaya yol açır. Siçanlarda aparılan təcrübələr də göstərib ki, amiqdala CO_2 -ni birbaşa aşkarlayıb qorxu davranışlarını tətikləyə bilər. Əgər qorxu dövrlərinin işləməsi üçün amiqdala zəruridirsə, amiqdala zədələnməsi olan xəstələrdə xarici qıcıqlarda olduğu kimi, daxili qıcıqlara (CO_2 -nin qandakı miqdarına) qarşı qorxu reaksiyası görülməməlidir. Lakin maraqlısı budur ki, xəstələr bu təcrübədə

həyatlarında ilk dəfə qorxu hissini yaşayıblar. Bu isə o deməkdir ki, beyindəki qorxu təkəcə amiqdala üzərindən işləməmiş ola bilər.

İlk başda qeyd etdiyimiz kimi tərcihlərimizi formalaşdıran emosiyalardan biri qorxudursa, digəri də mükafatlanma istəyidir. Maraqlısı budur ki, 90-cı illərdən bu yana aparılan tədqiqatlar amiqdalanın təkəcə qorxuda deyil, eyni zamanda müsbət emosiyaların, mükafatın işlənməsində iştirak etdiyinə işarə edir. Məsələn amiqdalanın zədələnməsi meymunlarda proqnozlaşdırılan mükafat miqdarına əsasən qərarverməni korlayır.

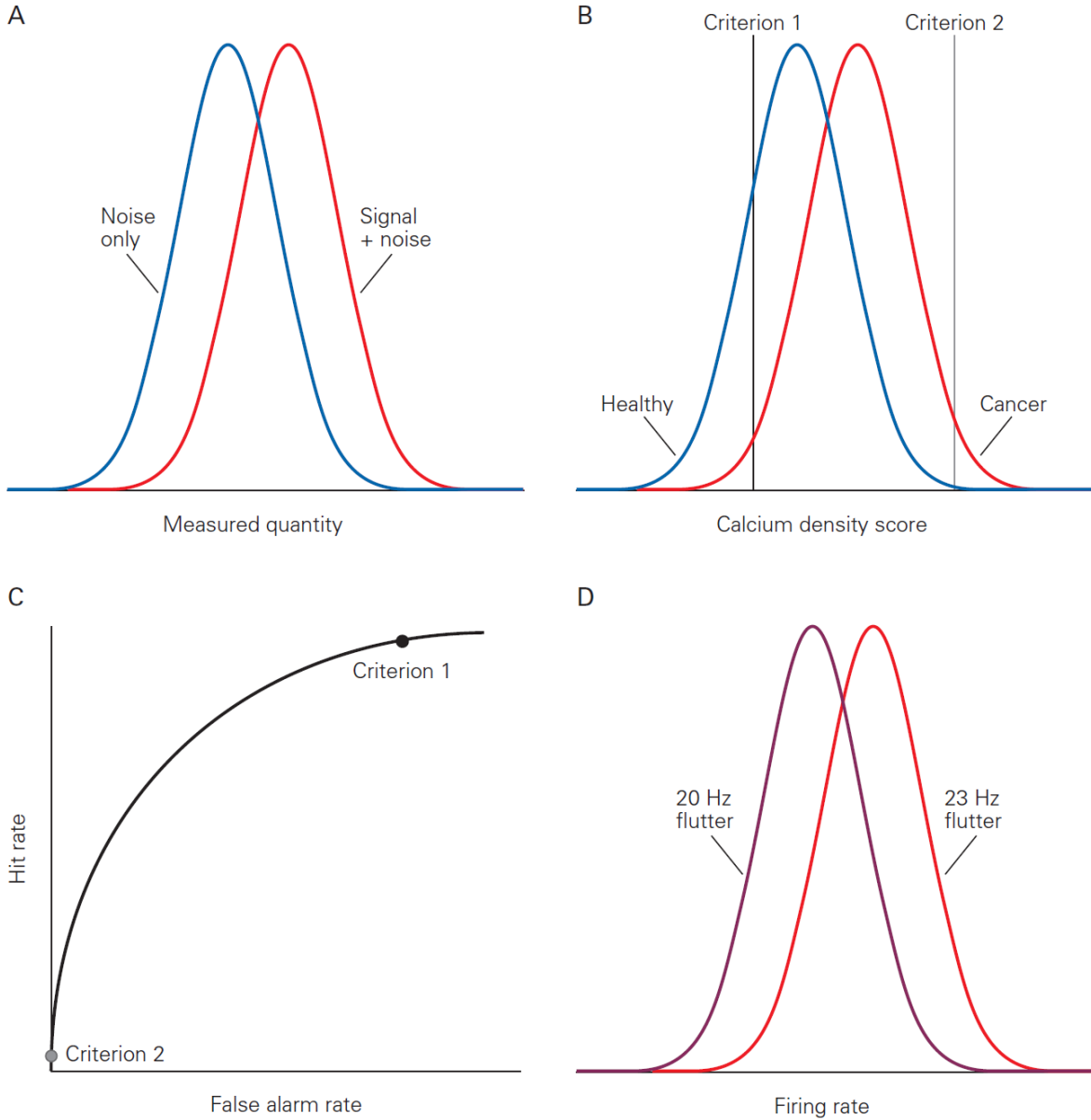
Bu hissədə amiqdala üzərində bu qədər fokuslanmağımın səbəbi milyon illərlə qazandığımız təməl emosiyaların davranış üçün əhəmiyyətinin altından xətt çəkmək idi. Google maps bizə parka gedən həndəsi olaraq ən qısa yolu tapa bilər, amma insanların yaşadığı dünya emosiyalarla zəngin bir yerdir. Bu dünyada insanların daha yaxşı yaşaması üçün bir şeylər etmək istəyiriksə, bu faktorları göz önündə tutmalıyıq və parka gedən yolumuzda dayanıb ətrafımıza baxanda təəssüf ki, bunu indiyə qədər çox da yaxşı etdiyimizi görə bilirik.

4. Qərarvermə

Nəyə görə? Çünki yaşadığımız dünya insan əleyhinə dizaynla doludur. Bunun ən gözəl örnəyi maşın yolları və şəhərləri basmış şəxsi avtomobillərdir. Güllədən qat-qat artıq yüksək kinetik enerjiyə sahib olan bu öldürücü dəmir cihazlar şəhərləri insanlar üçün təhlükəli yerə çevirir. Bu situasiya hamıya tanışdır: yolu keçmək istəyirsiniz, lakin gələn maşının sürətini və yolu keçmə qabiliyyətinizi eyni zamanda hesablayıb qərar verə bilmirsiniz. Maşın sanki yavaşlayanda keçmək istəyirsiniz, amma həmin gün yağış yağır, hər yer boz rəngdədir, yağış görünürüyü daha da çətinləşdirir, arxadan gələn maşınların səsi də bir tərəfdən fikrinizi yayındırır. Amiqdalanız bir tərəfdən sizə "keçmə" deyir, amma sizi ilk növbədə yola çıxaran məqsəd də digər tərəfdən sizə "keç" deyir. Hissi (sensory) baxımından yüklənmiş dünyada qarşımıza tez-tez çıxan qərar nöqtələrini necə adlayırıq?

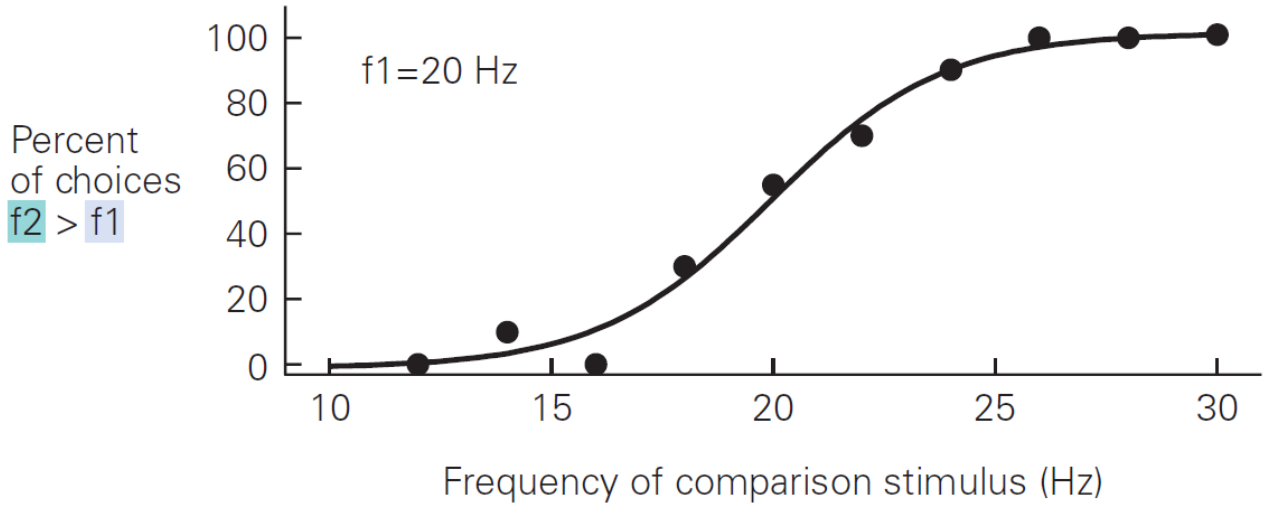
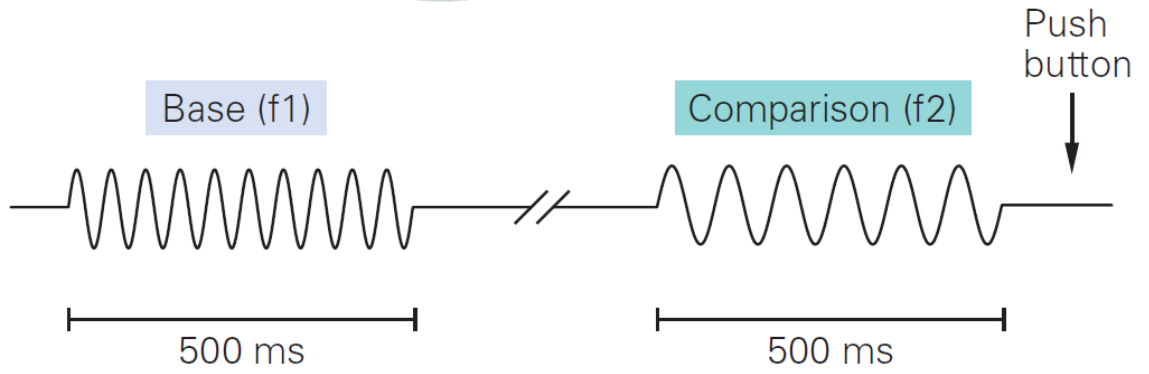
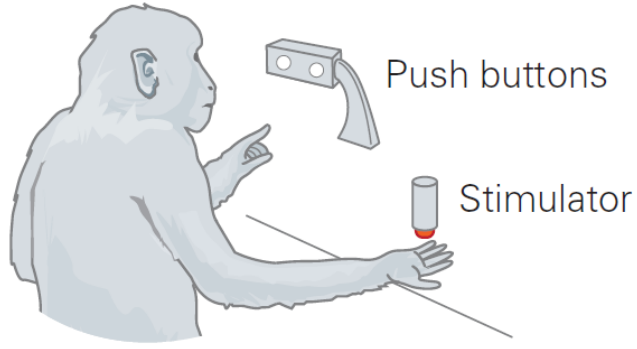
Bizim misalımızda və qərarvermənin bir çox sadə misallarında qərarın necə verildiyini anlamaq üçün bizə yolu siqnal aşkarlama nəzəriyyəsi verir. Bu nəzəriyyə qərarvermə prosesini iki paylanma arasında qərarvermə kriteriyası təyin etmək olaraq formalaşdırır. Məsələn məqsədiniz küyün içində səsin olub-olmadığına qərar vermək və ya küylü bir datadan yola çıxaraq xəstənin xərcəng olub-olmadığına qərar verə bilərsiniz. Bunun üçün etməli olduğunuz şey qərar verilməli olan şeyi ölçmək və iki seçimi bir-birindən ayırmaq üçün bir kriteriya seçməkdir. Bəs kriteriyanı necə

seçməli?



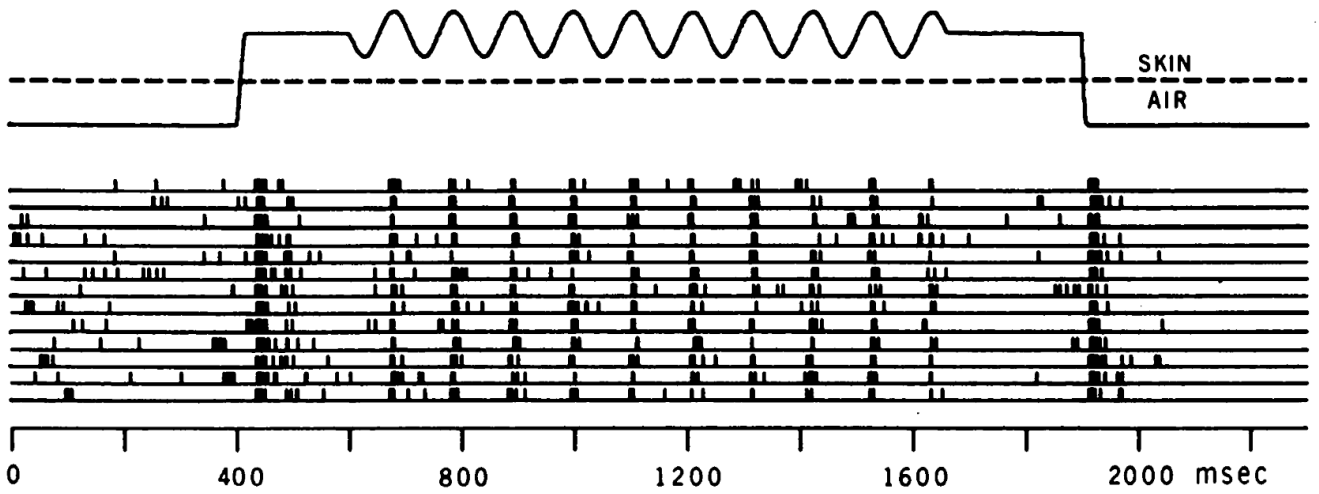
Məsələn gəlin xərçəng xəstəliyinin diaqnostikası probleminə baxaq. Əlinizdə çox saylı xəstədən (sol yuxarı, qırmızı) və sağlam (sol yuxarı, mavi) adamdan adılan ölçmələr var. Əgər seçim kriteriyasını çox aşağı qoysanız, bir çox sağlam adamı düzgün sinifləndirərsəniz də (C-də aşağı yanlış alarm tezliyi) xərçəng xəstəsini düzgün sinifləndirə bilməyəcəksiniz (aşağı düzgün seçim tezliyi). Reallıqda tibbi diaqnostikada xəstəliyi olmayan insanları xəstə olaraq sinifləndirməyin qiyməti çox baha olduğundan (həm maddi həm də etik mənada) səhiyyə sistemi kriteriyayı çox yuxarı qoyur. Daha ümumi ifadə edəsi olsaq, qərarvermə prosesində kriteriyanın hara qoyulduğu eyni zamanda sözügedən sistemin problem haqda məlumatını ifadə edir. Qərarverən çox vaxt iki paylanmanın nə qədər üst-üstə düşdüyünü seçə bilməsə də, kriteriyanı hara qoyacağını seçə bilir. Qərarvermə neyroelminin məqsədi kriteriya necə təyin edildiyinə, dəyişdiyinə təsir edən faktorları neyronlar səviyyəsində cavab axtarmaqdır.

20-ci əsrdə qərarvermənin neyronlar tərəfindən necə aparıldığını öyrənən çalışmalardan ən öncülü olaraq Wernon Mountcastle-in laboratoriyasında toxunma sistemi üzərində aparılan tədqiqatlara gedib çıxır.



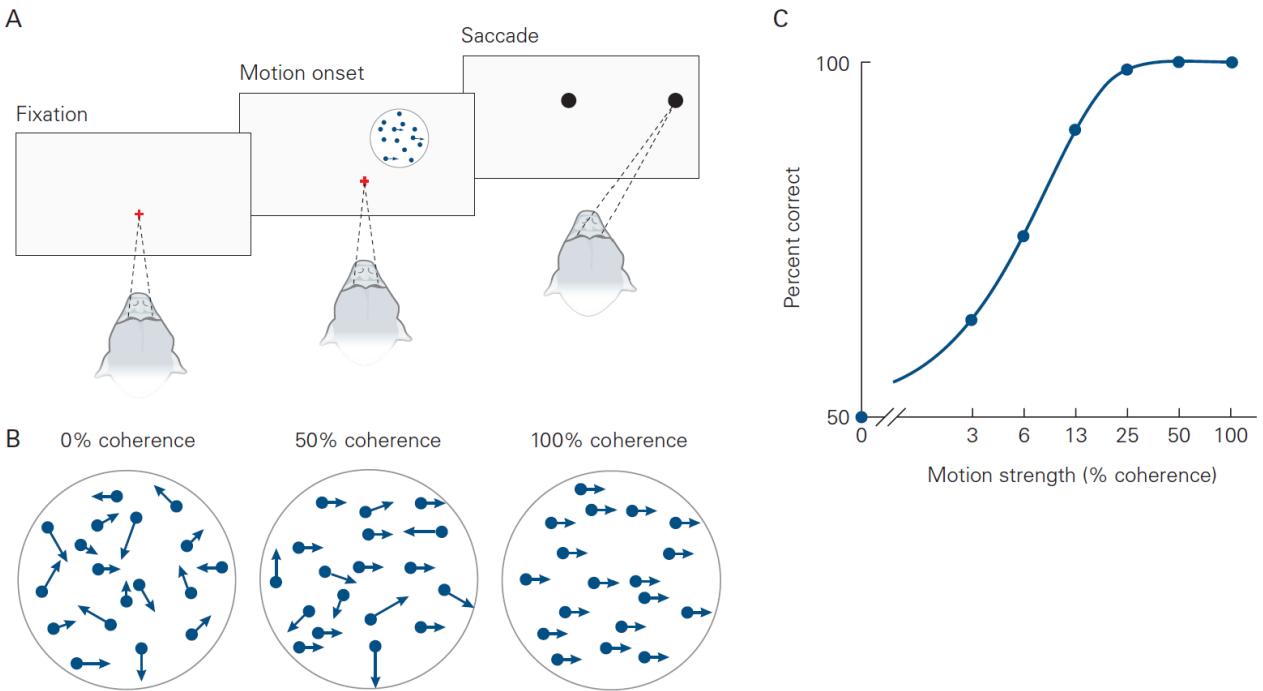
Şekildə göstərilən tapşırıqda beyin korteksinin toxunmaya həssas bölgəsində neyronların fəaliyyəti ölçülür və heyvan eyni zamanda iki vibrasiya qıcığını bir-birindən ayırmağa çalışır. İlk olaraq istinad vibrasiyası verilir. Daha sonra müxtəlif tezliklərdə ola bilən müqayisə vibrasiyası verilir. Əgər istinad > müqayisə olarsa heyvan bir düyməyə, istinad < müqayisə olarsa digər düyməyə basır. Müqayisə qıcığının tezliyini dəyişdirərək çox saylı sınaqlarla heyvanın hansı ehtimalla nə cavab verdiyini qrafik şəklində göstərmək olar (bu qrafikə psixometrik əyri deyilir.).

Məsələnin neyronal tərəfində Mountcastle-ın ölçdüğü neyronlar heyvanın tezliyə bağlı olaraq davranışını necə dəyişə biləcəyini göstərirdi.



Ölçülən neyronlar vibrasiyanın fazasına bağlı olaraq beyində təmsil edirdilər. Bu o deməkdir ki, beyin bu təmsildən istifadə edib qərarlar verə bilər, lakin bunun necə edildiyini bu çalışmalardan, ölçmələrdən təyin etmək mümkün deyildi. Məsələn, istinadın müqayisə prosesində istifadə olunması üçün iki qıcıq arasındakı fasilədə istinadın tezliyini təmsil edən neyronlar olmalı idi ki, Mountcastle belə neyronları müşahidə edə bilməmişdi. Bundan əlavə ancaq müəyyən vibrasiya tezliyinə reaksiya verən neyronlar yox idi. Bu iki əsas eksperimental əskiklik nəticəsində məsələnin hissi tərəfi aydınlaşsa da, qərarvermə prosesinin özü qaranlıq qalırdı.

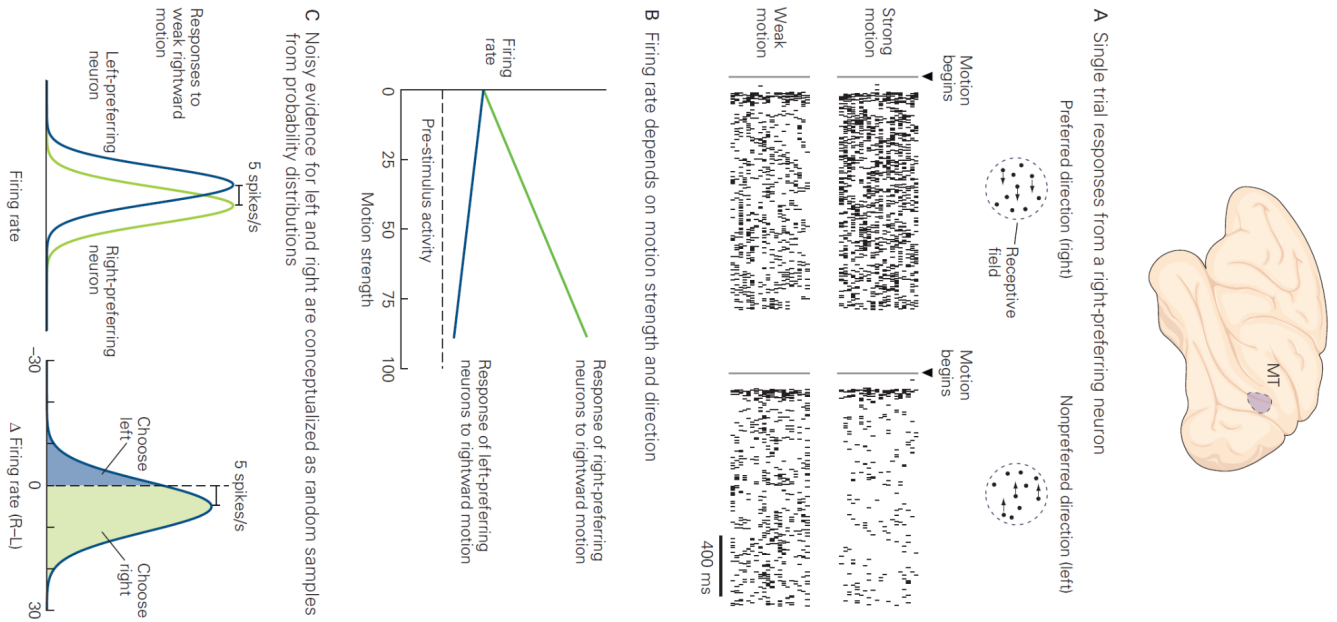
Sadalanən problemlər çözmünü William Newsom-ın təsadüfi nöqtə hərəkəti tapşırığı ilə apardığı təcrübələrdə tapmışdır.



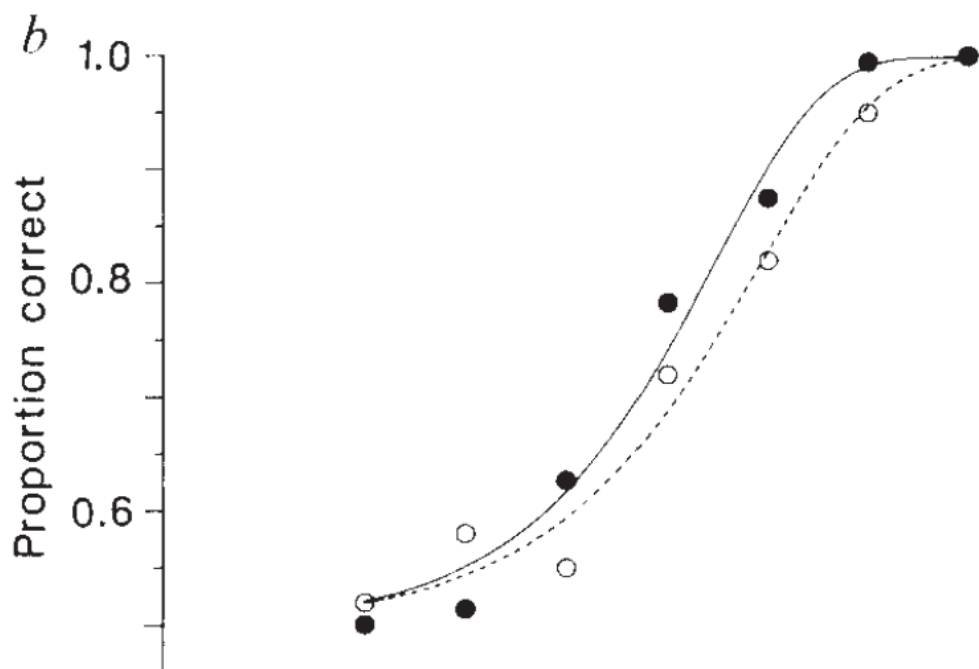
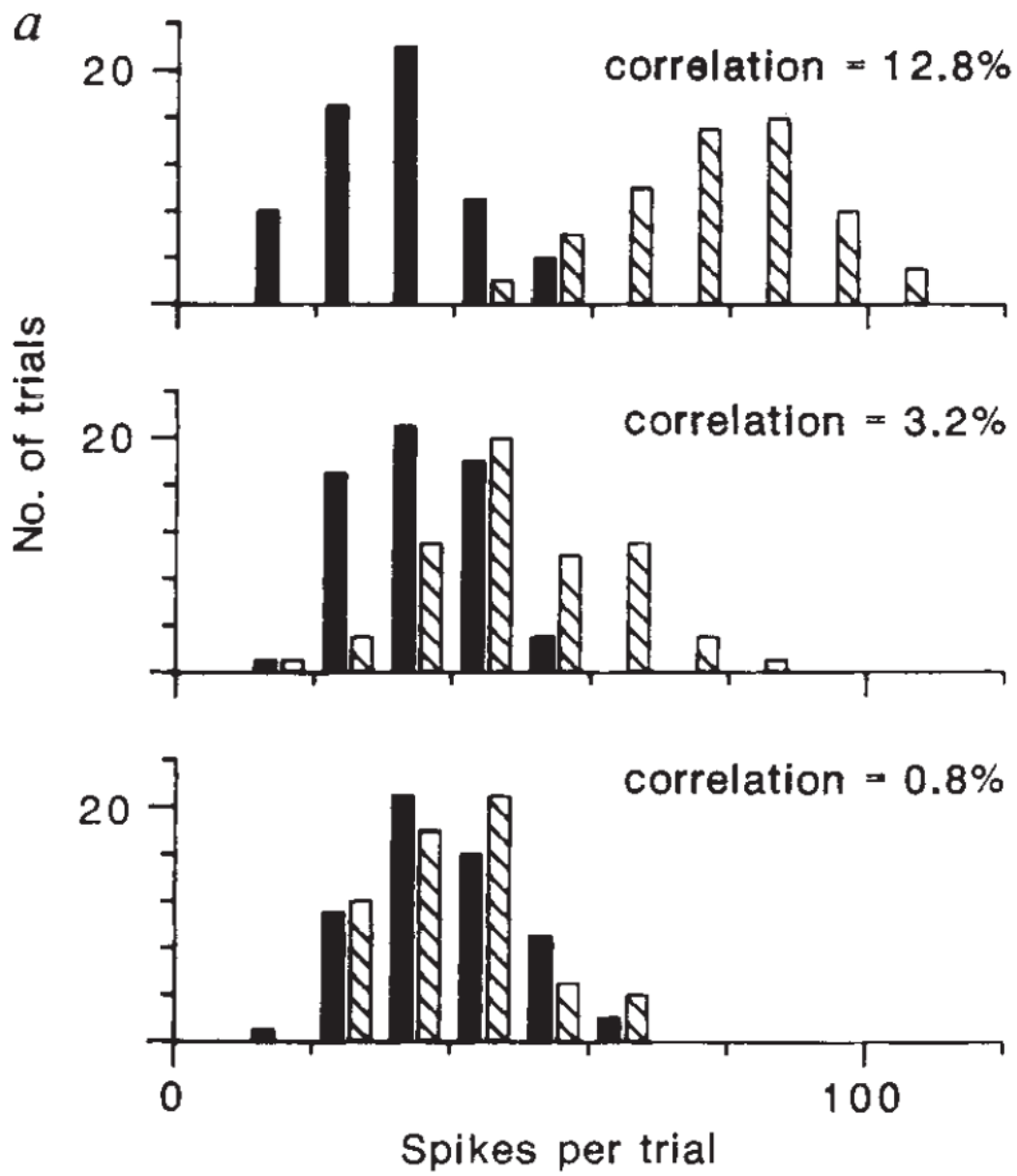
Bu tapşırıqda meymun (və ya insan) bir nöqtəyə fiksasiya olur və bir müddətdən sonra ekranda çox sayda nöqtələr müxtəlif istiqamətlərdə təsadüfi hərəkət edir (müəyyən bir zaman kəsiyində). Nöqtələrdən dərhal sonra isə heyvan nöqtələrin ortalam olaraq hansı istiqamətdə hərəkət etdiyini bildirmək üçün nəzərini ekrandakı müvafiq istiqaməti göstərən nöqtəyə çevirməlidir. Tədqiqatçı nöqtələrin ahəngini, yəni bir-birilə nə qədər oxşar formada hərəkət etdiyini dəyişdirərək heyvanın qərarları ilə hərəkətin ahəngi arasındakı əlaqəni göstərən psixometrik əyrini quraşdırır və

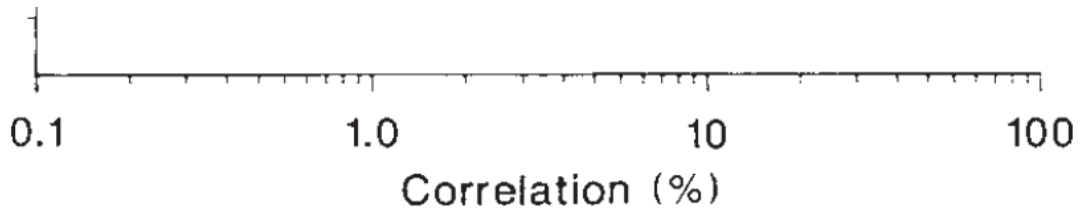
beləliklə heyvanın qərarverməsinə təsir edən faktorları öyrənməyə başlayır. Bu tapşırığın birinci tapşırığa nəzərən bir üstünlüyü budur ki, burada heyvanın nəyisə yadında saxlamağına ehtiyac olmur. Bundan əlavə insanlar və meymunlar bu tapşırığı təxminən eyni səviyyədə edə bilir deyə bir canlıda daha yaxından incələne bilən prosesləri digərinə daha rahat şamil etmək olur.

Gəlin görək təsadüfi nöqtə hərəkəti tapşırığından qərarvermə ilə bağlı nələr öyrənmək mümkün olmuşdur? İlk növbədə Rəşad Yusifovun növbəti dərslərdən birində keçəcəyi kimi, beyinin görmə korteksində hərəkət istiqamətinə həssas hüceyrələr olur. Bu hüceyrələr birincili görmə korteksində (V1) görülsə də, MT adlanan ikincili görmə sahəsində oxşar istiqamətə həssas hüceyrələr bir-birinə yaxın yerləşir. Bu neyronlardan aparılan ölçmələr göstərir ki, bu hüceyrələrin verdiyi fəaliyyət potensialı reaksiyaları təsadüfi nöqtə hərəkəti tapşırığında heyvana qərar vermək üçün lazımı siqnalı verə bilir. {Panel A-nın izahı}. Neyronların fəaliyyətlərində təsadüfliyin payı böyük olduğundan sola hərəkəti tərcih edən neyronlar bəzi sınaqlarda nöqtələrin hara getdiyindən asılı olmayaraq sağa hərəkət edən neyrondan daha çox FP istehsal edə bilər (əlbəttə bu daha çox aşağı ahəng hallarında olur). Bu neyronlar arasında fərqi bir çox sınaqda hesablasaz C-də sağdakı paylanma qarşınıza çıxar. Əgər qərar kriteriyasını 0-da qoysaz ($0 <$ sağa bax, $0 >$ sola bax), tapşırığı bu misalda 80% düzgün edə bilərsiniz. Bütün bunlar bunu göstərir ki, təkəcə bu neyronların fəaliyyətindən yola çıxaraq qərarverməni yerinə yetirə bilərsiniz.

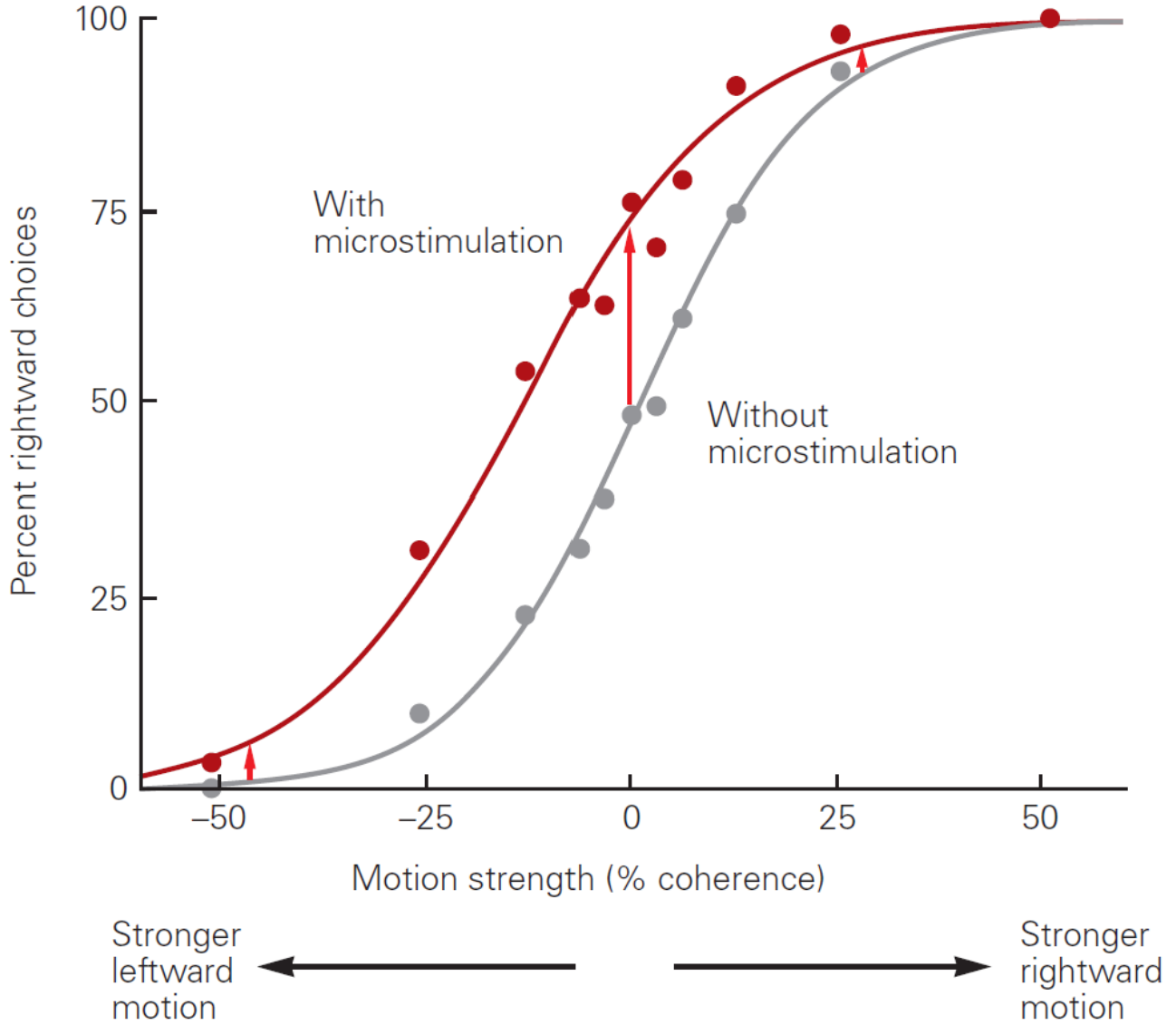


Bunun beynində bu şəkildə edildiyi ilə bağlı ilk vacib ipuclarından birini 1989-cu ildə Newsome və başq. təcrübələrindən alırıq.





Burada diqqət edilməli məqam yuxarıdakı qrafikdə meymunun seçimi ilə neyronların verdiyi reaksiyalardan əldə olunan seçimlərin nə qədər mükəmməl üst-üstə düşməsidir. Ağ nöqtələr meymunun seçimlərini göstərən psixometrik, qara nöqtələr isə neyrometrik əyridir. (ağ nöqtələrin necə hesablandığını qələmlə izah elə) Başqa bir ipucu isə müəyyən istiqamətə həssas hüceyrələrin elektrik yollarla qıcıqlandırılmasından alınan nəticələrdir.

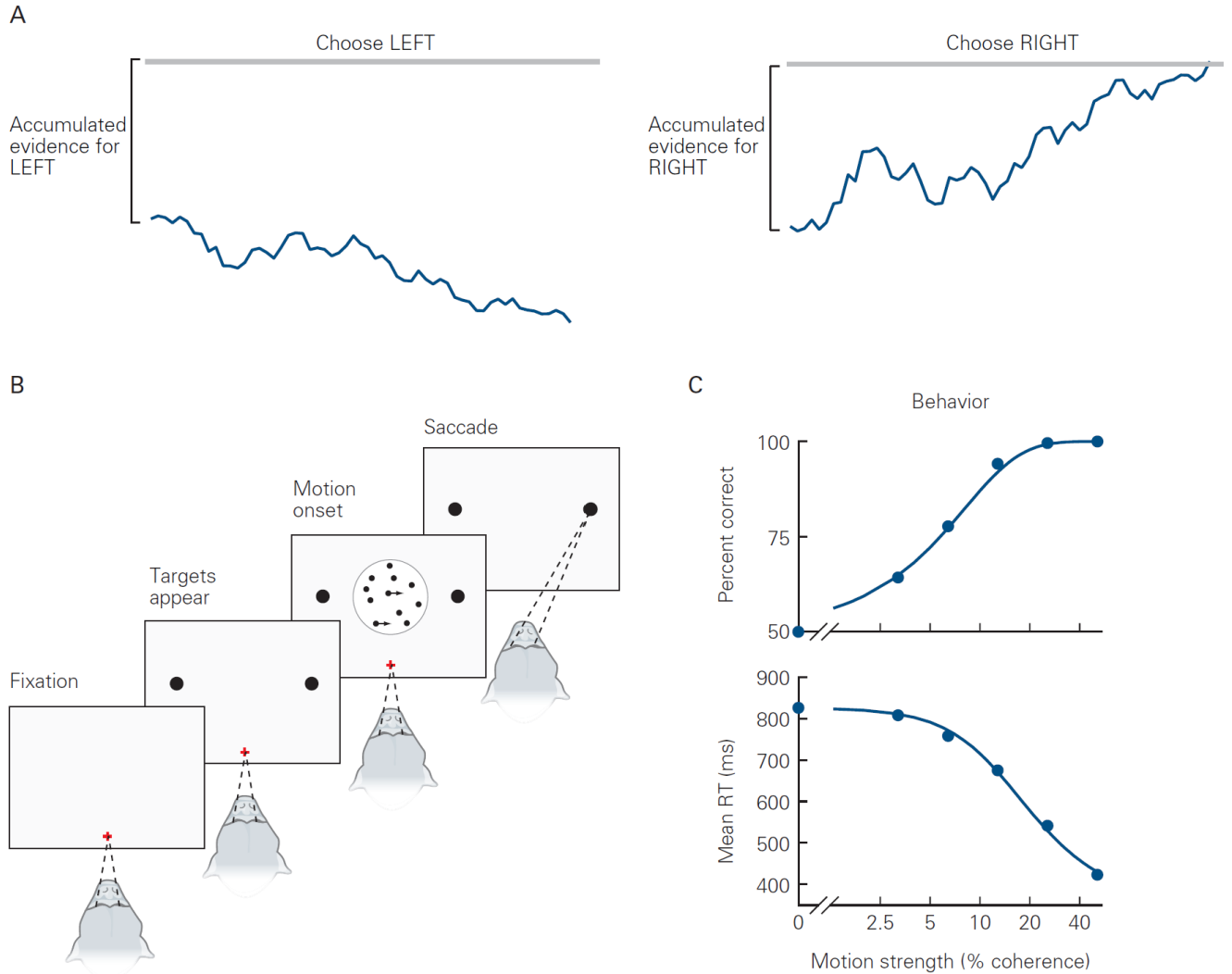


Bu sadə təcrübədə MT-dəki sağa həssas hüceyrələr tapşırıq zamanı qıcıqlandırılıb və müşahidə olunub ki, qıcıqlanma nəticəsində heyvanın qərarları sağa doğru qərəzlənməyə başlayıb. Bu isə onu göstərir ki, MT neyronlarının fəaliyyətləri həqiqətən də qərarvermə prosesində iştirak edir.

İndiyədək izah etdiyimiz bu təcrübələrdə təcrübənin çətin olması effekti tapmaqda mərkəzi rol oynayıb. Təcrübə iştirakçıları nöqtələrin hərəkətini çox qısa müddət görürlər (adətən 2 saniyə)

<https://www.youtube.com/watch?v=oDxycTn-0os>

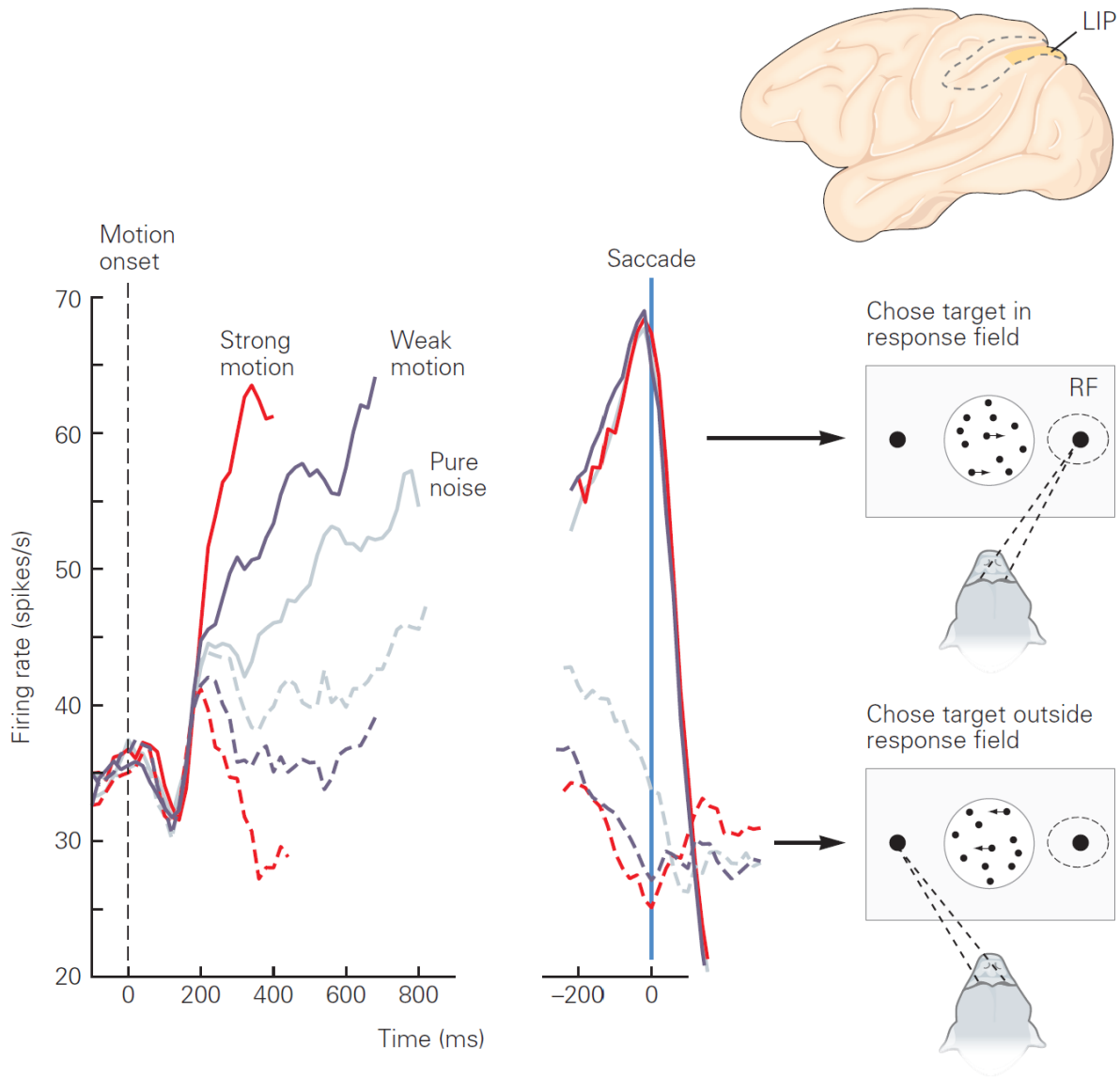
Eksperimentlərin dizaynından bu tipli təcrübəvi seçimlər edilməsi normaldır. Hər bir seçim arzuolunan prosesi izolyasiya edib aydınlatmaq üçün edilir. Lakin bizim yol keçmək misalında olduğu kimi bir çox real həyat seçimlərində canlılar daha uzun müddət informasiya, ipucu toplaya bilirlər. Çox vaxt informasiya toplamaq üçün nə qədər çox zaman ayrılrsa, verilən qərar bir o qədər dəqiq olur. Lakin bəzi qərarları tez verməyə ehtiyac olduğundan heç də həmişə maksimal ipucu toplanmır. Buna qərarvermədə **sürət-dəqiqlik kompromisi** adlanır və qərarvermədə tədricən toplanan ipuclarının istifadəsi bu sürət-dəqiqlik kompromisini yaxşı izah edir.



Bəs bu prosesin beyində baş verdiyini bilirikmi? Bəli. Eyni qrupun MT-dən informasiya aldığı bilən LIP adlanan sahədə aparıldığı ölçmələr burada qərarvermə prosesində ipucu toplanmasına işarə edən neyronlar aşkar etmişdir.

Təcrübə təxminən belə aparılıb. İlk bəhs etdiyim təsadüfi nöqtə hərəkəti tapşırığından fərqli olaraq burada heyvanlara kəsintisiz ipucu toplamaq şansı verilir lakin mümkün qədər tez cavab verməsinə çalışılır. Heyvan gözünü sol və ya sağ tərəfdəki qara nöqtələrə yönləndirərək nöqtələrin hansı istiqamətə getdiyini deyir. LIP-ə endirilmiş elektrodlar vasitəsilə sol və ya sağ görmə sahəsinə həssas neyronlar tapılır və bu neyronların fəaliyyətlərinin nöqtə hərəkəti zamanı necə dəyişdiyini izlənilir. Sağ tərəfə həssas olan neyron, sağa doğru güclü hərəkətlə bağlı məlumat toplandıqca zamanla çox aktivləşir (aşağıdakı şəkildə qırmızı rəngli düz xətt). Əgər nöqtələrin hərəkəti sola doğru olarsa, bu neyronun fəaliyyəti azalmağa başlayır (qırmızı qırıq xətt).

LIP-dəki neyronların fəaliyyətindəki bu tədrici azalma və artma çox maraqlı bir haldır, çünki bu nəzəri çalışmaların ortaya atdığı ipucu toplanmasının neyronal səviyyədəki qarşılığı olmuş ola bilər.



Bütövlükdə götürüldükdə bu təcrübələr eksperimental yolla qərarvermə prosesinin necə öyrənilirdiyi ilə bağlı fikir yaradır. Real həyatda verilən qərarlarla bağlı öyrənmək üçün çox vaxt süni laborator vəziyyətlər yaratmalıyıq. Lakin bu vəziyyətlər bizə beynin necə çalışdığı ilə bağlı hipotezləri birbaşa yoxlamağa imkan verir.

XÜLASƏ

Qayıdaq ölmədən keçmək istədiyimiz yola. Yoldan keçəndə həyatınızı təhlükəyə atmayacaq qədər uzun müddət düşündükdən sonra yolu keçib nəhayət parka çatırsınız. Bu gün adi gündə əlamətdar görünməyəcək bu macəranın əslində nə qədər əlamətdar olduğunu izah etməyə çalışdıq. İlk öncə davranışın bir sıra iyerarxik komponentlərə ayrılı bilən əks-əlaqə şəklində anlaşıla biləcəyini gördük. Gördük ki, bədəniniz və beyniniz bir sıra hədəflər təyin edib, əks-əlaqə yolu ilə bu hədəfləri tutmağa çalışır və bunu edərkən avtomatik hərəkəti proqramlardan istifadə etsə də, robotlardan fərqli olaraq bu proqramları çox dinamik şəkildə dəyişə bilər. Daha sonra küçədə istiqaməti tapmaq üçün beynimizin təkcə əzbərə öyrənilmiş şeyləri etmədiyini, əksinə, idraki bir xəritə yaratdığını və bu xəritədən istifadə etdiyini gördük. Google Maps-dən fərqli olaraq bizim xəritələrimizin emosiyalarla rəngləndiyini və amiqdalanın bu emosiyalarda necə rol oynadığı ilə bağlı bəzi çalışmaları gördük. Ən son, qərarvermə prosesinin beyindəki qarşılığını ölçməyin mümkün olduğunu göstərən çalışmaları tanış olduq. Bütün bunlar bizə davranışın beyin tərəfindən necə tənzimləndiyi ilə bağlı fikir yaratsa da, bu proseslərin pozulmasının nəyə gətirib çıxardığı ilə bağlı çox şey demədi. Məsələnin bu hissəsini sizə tapşırmağı qərara aldım.

İstinadlar

1. Cisek (2019). [Resynthesizing behavior through phylogenetic refinement](#)
2. Moravec, H. (1988). Mind Children: The Future of Robot and Human Intelligence. *Harvard UP*.
3. Horak, F. B., & Nashner, L. M. (1986). Central programming of postural movements: adaptation to altered support-surface configurations. *Journal of neurophysiology*, 55(6), 1369-1381.
4. Tolman, E. C., Ritchie, B. F., & Kalish, D. (1946). Studies in spatial learning. I. Orientation and the short-cut. *Journal of experimental psychology*, 36(1), 13.
5. Wilson, M. A., & McNaughton, B. L. (1993). Dynamics of the hippocampal ensemble code for space. *Science*, 261(5124), 1055-1058.
6. Robinson, N. T., Descamps, L. A., Russell, L. E., Buchholz, M. O., Bicknell, B. A., Antonov, G. K., ... & Häusser, M. (2020). Targeted activation of hippocampal place cells drives memory-guided spatial behavior. *Cell*, 183(6), 1586-1599.
7. 4. Schelling, T. C. (1971). Dynamic models of segregation. *Journal of mathematical sociology*, 1(2), 143-186.
8. Weiskrantz, L. (1956). Behavioral changes associated with ablation of the amygdaloid complex in monkeys. *Journal of comparative and physiological psychology*, 49(4), 381.
9. Feinstein, J. S., Buzza, C., Hurlemann, R., Follmer, R. L., Dahdaleh, N. S., Coryell, W. H., ... & Wemmie, J. A. (2013). Fear and panic in humans with bilateral amygdala damage. *Nature neuroscience*, 16(3), 270-272.
10. Newsome, W. T., Britten, K. H., & Movshon, J. A. (1989). Neuronal correlates of a perceptual decision. *Nature*, 341(6237), 52-54.

Tapşırıq

Salam yoldaşlar,

Bu emailə birlikdə dərsin notlarını və tapşırığının detallarını göndərirəm.

Bu tapşırıqda dərsdə toxunduğumuz mövzuların psixiatrik araşdırmalarla kəsişmə nöqtəsindəki elmi çalışmaları tənqidi şəkildə analiz edəcəksiniz. Məqsədimiz, elmi tədqiqatların dərc olunması zamanı yazılan həmkar rəyi (peer review) yazmağı məşq etmək, eyni zamanda bir təcrübəvi çalışmaya tənqidi olaraq yanaşmağı öyrənməkdir. Məqalələrin pdf-lərinin olduğu qovluğu [buradan](#) tapa bilərsiniz. 20 nəfər olduğunuzu nəzərə alaraq, bu dörd məqaləni 5 nəfərlik qruplar formasında edəcəksiniz. Kimin hansı qrupda olduğunu təsadüfi formada təyin etmişəm (qovluqdakı cədvəldən hansı qrupda olduğunuzu görə bilərsiniz).

Tapşırığın uğurlu yerinə yetirilməsi üçün ilk öncə həmkar rəyinin necə yazıldığını araşdırmalısınız. Bunun üçün başlanğıc nöqtəsi olaraq [eLife jurnalını](#) tövsiyyə edə bilərəm. eLife həmkar rəylərini məqalələrlə birlikdə hamıya açıq şəkildə dərc etdiyinə görə bu yazıların çox sayda örnəyini tapa bilərsiniz. Daha sonra məqaləni diqqətlə oxuyub göstərilən nəticələrlə (results) edilən iddialar arasında əlaqələrin nə qədər güclü olduğunu dəyərləndirəcəksiniz. Çalışmada aparılan eksperiment, müşahidə olunan nəticələr, ilkin hipotezi sınaqdan keçirmək üçün yetərlidirmi? Yetərlidirsə belə, müşahidə olunan şeylər müəlliflərin iddialarını dəstəkləyirmi?

Tapşırığın məhsulu qrup olaraq birlikdə yazdığınız 1-2 səhifəlik (500-1000 söz arası) həmkar rəyi olacaq. Yazınızı pdf formatında artoghru@alishbay.li emailinə adresinə göndərməyiniz xahiş olunur. Alət olaraq ChatGPT tipli böyük dil modellərinin (BDM) istifadəsi sərbəstdir, lakin bu alətlərdən istifadə edəcəksinizsə, bunu etdiyinizi təhvil verdiyiniz rəyde qeyd etməlisiniz. BDM-lər özündən faktlar uydura bildiyinə görə, yazınızda hansısa xarici faktlara istinad edəcəksinizsə birincili mənbələrə istinad etməlisiniz və onları yazının "İstinadlar" bölməsinə əlavə etməlisiniz. Yazınızı azərbaycan və ya ingilis dillərində yazı bilərsiniz. Tapşırığı tamamlamaq üçün son tarix **noyabrın 22**-sidir. Suallarınız olarsa mənə ünvanlaya bilərsiniz.

Uğurlar!

Ərtoğrul Alışbəyli