گزارش پنل آنلاین عصب- روان شناسی زبان

گزارش کوتاه

عنوان نشست: استفاده از تحریک مغناطیسی فراجمجمه‌ای Transcranial Magnetic Stimulation (TMS) و تحریک الکتریکی مستقیم Direct Electrical Stimulation (DES) در نقشه برداری زبان

سخنران : دکتر مولود صفوی، مدیر مؤسسه دانش زبان و مغز / مدیر دپارتمان آموزش کمپانی نوروتکنولوژی(ANT Neuro)

زمان نشست: جمعه ۱۰ اردیبهشت ۱۴۰۰ ساعت ۱۲-۱۴

این پنل به همت انجمن علمی زبان‌های خارجی و زبان‌شناسی و انجمن علمی علوم انسانی دیجیتال دانشگاه شیراز با همکاری کارگروه عصب-روانشناسی زبان شاخه دانشجویی نقشه برداری مغز ایران درتاریخ ۹ و ۱۰ اردیبهشت برگزار شد. سخنرانی خانم دکتر صفوی در این نشست به موضوع تحریک مغناطیسی فراجمجمه‌ای Transcranial Magnetic Stimulation (TMS)پرداختند و درباره تفاوت آن با دیگر روش‌ها مانند تحریک الکتریکی مستقیم Direct Electrical Stimulation توضیح دادند.

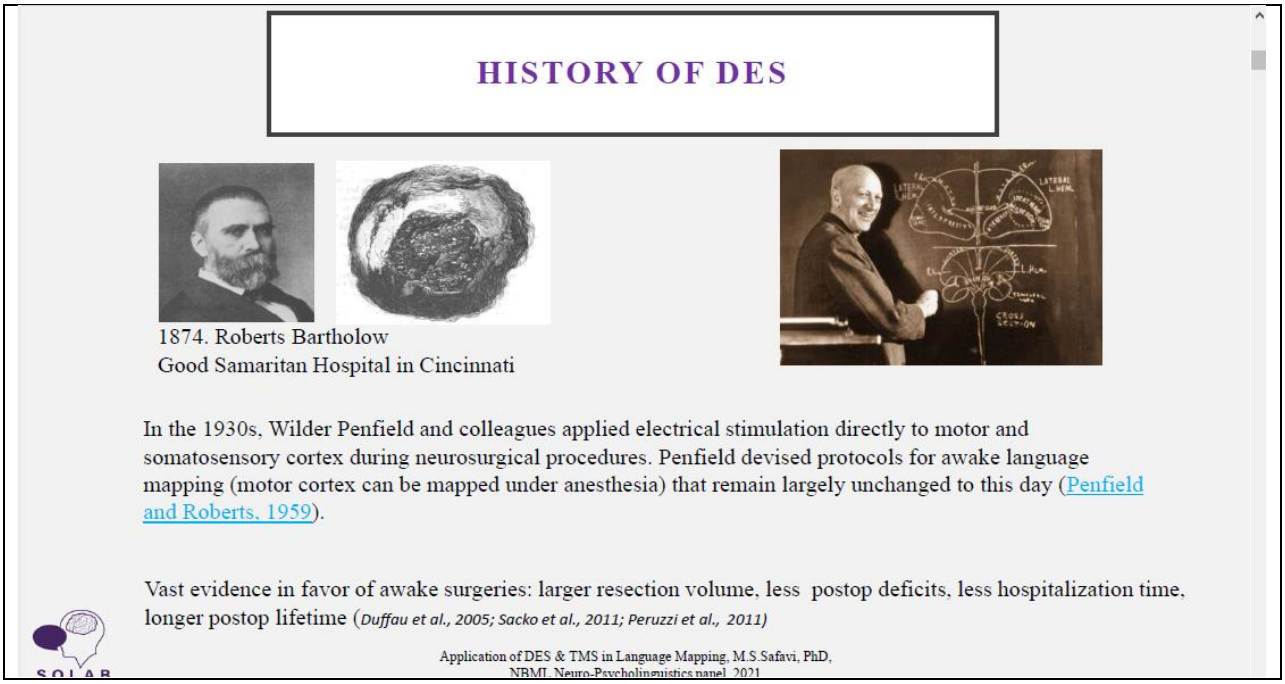
مختصری دربارهٔ موضوع:

در این جلسه به تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای Trancranial Magnetic Stimulation (TMS)پرداخته شد. در ابتدا تاریخچه و توضیحاتی از تحریک الکتریکی مستقیم Direct Electrical Stimulation (DES) داده شد و مزایا ومعایب آن مطرح شد. به دلیل معایب DES از جمله تهاجمی بودن آن، استفاده از TMS پیشنهاد شد که غیرتهاجمی است و کاربردهای فراوانی از جمله در پژوهش‌های زبانی دارد.

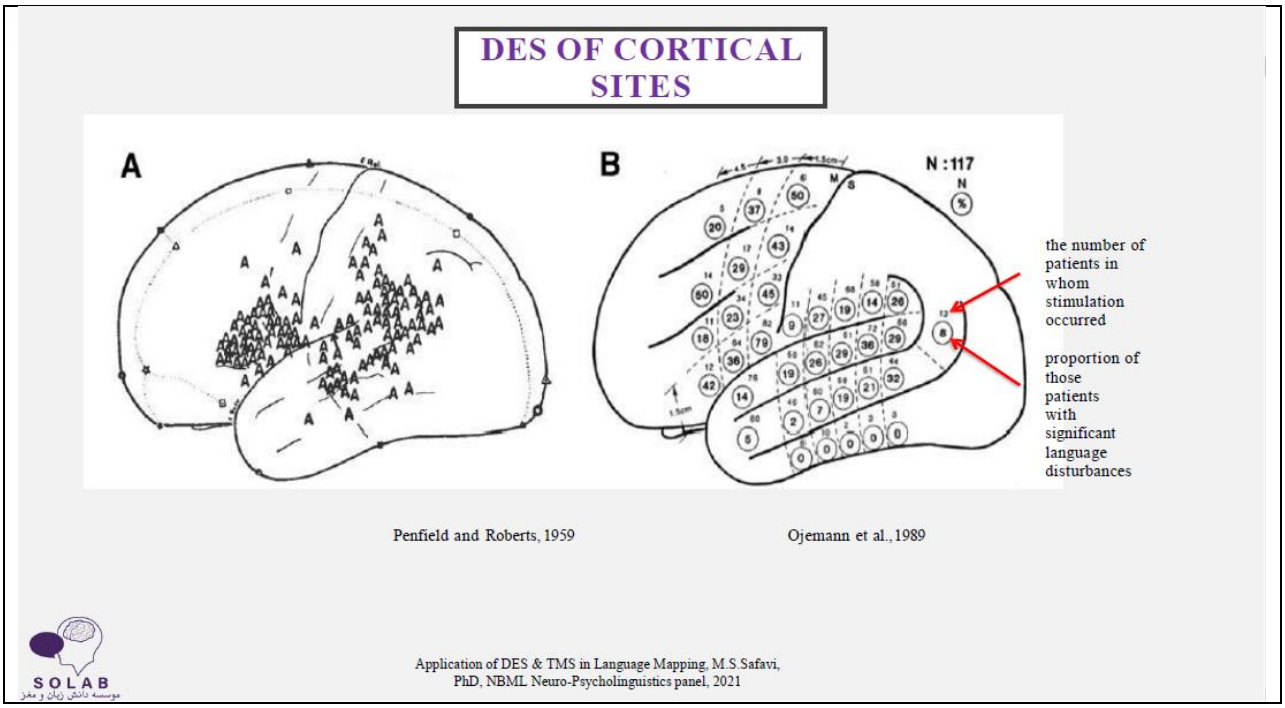
مهمترین مطالب بیان شده:

پیشینه/ تاریخچه:

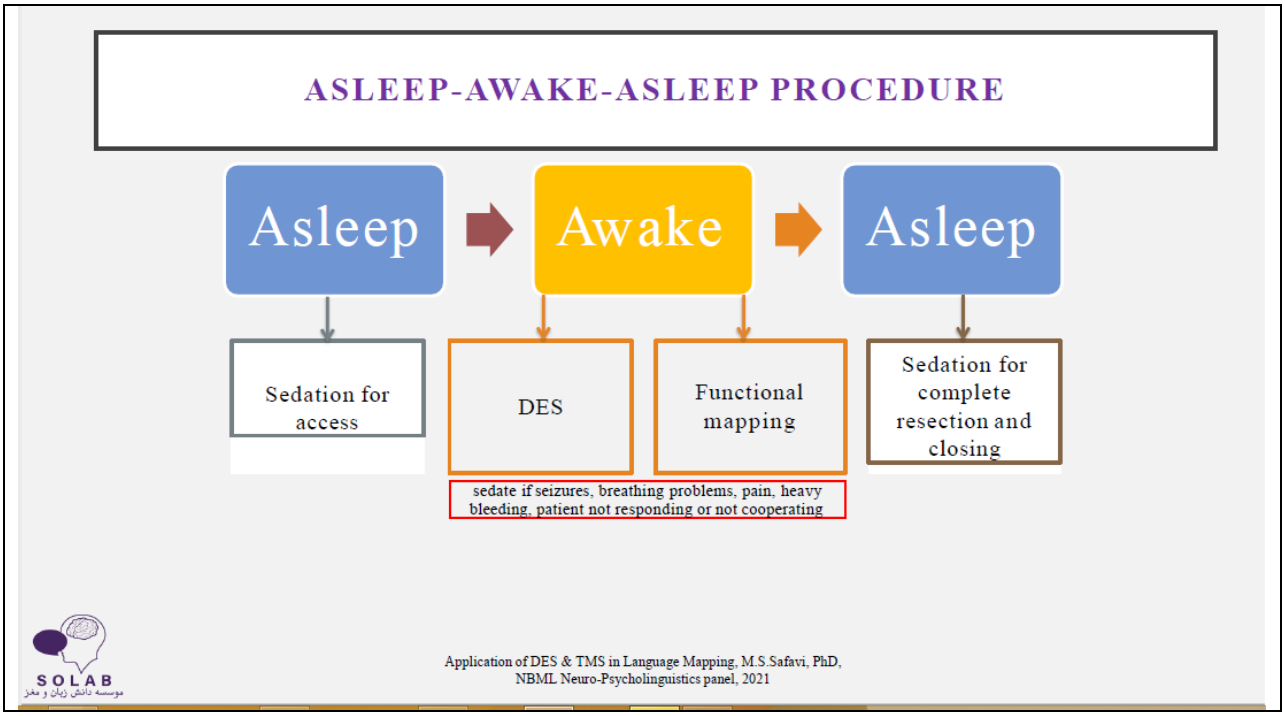
ابتدا به تاریخچه استفاده از DES در زبان پرداخته شد و بیان شد که در سال ۱۹۳۰ ویلدر پنفیلد و همکاران تحریک الکتریکی مستقیم را در فرآیند جراحی مغز، در قشر حرکتی و حسی-پیکری انجام دادند. پنفیلد این پروتکل را برای نقشه برداری زبانی بیدار استفاده کرد که تا به امروز نیزتاحدود زیادی باقی مانده است.



پس از آن آجمن (۱۹۸۹) این پروتکل را برای زبان تکمیل کرد. در این اسلاید عدد بالای دایره ها تعداد بیمارانی که تحریک برای آن‌ها انجام شده را نشان می‌دهدو عدد داخل دایره نشان دهنده دفعاتی که مدار زبان مختل شده را نشان می‌دهد. همانطور که در تصویر مشخص است در اطراف بروکا و ورنیکه اختلالات زبانی بیشتری رخ داده است.

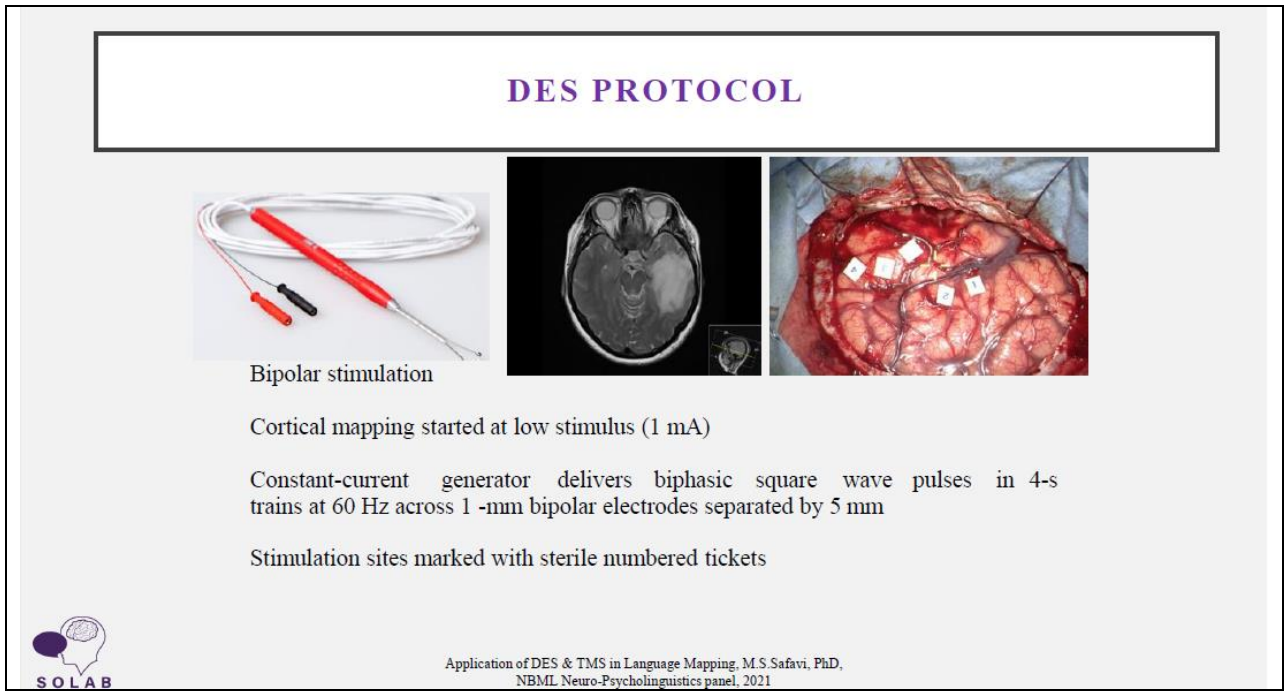


روش کار در این فرآیند به صورت خواب- بیدار- خواب است. ابتدا فرد بیهوش می‌شود وسپس فرد بیدار می‌شود تکلیفی به او داده می‌شود و نقشه برداری عملکردی انجام می‌شود و درنهایت دوباره بیهوشی کامل به فرد د اده می‌شود.

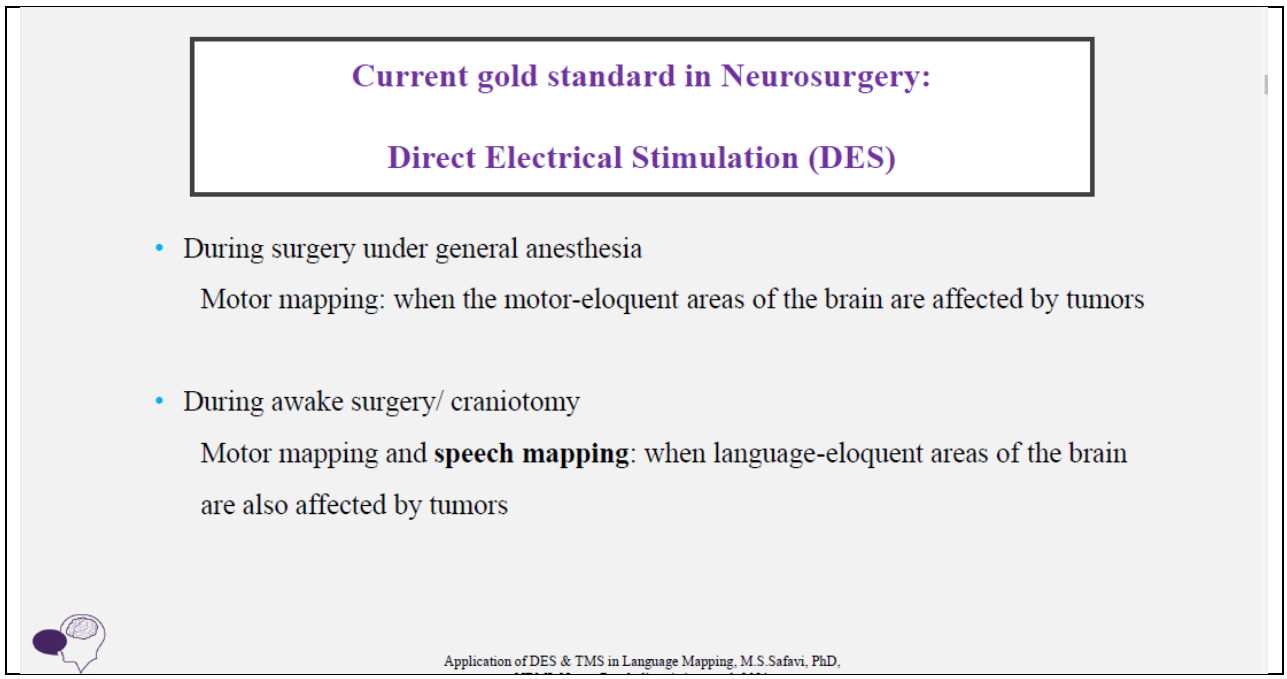


مباحث اصلی:

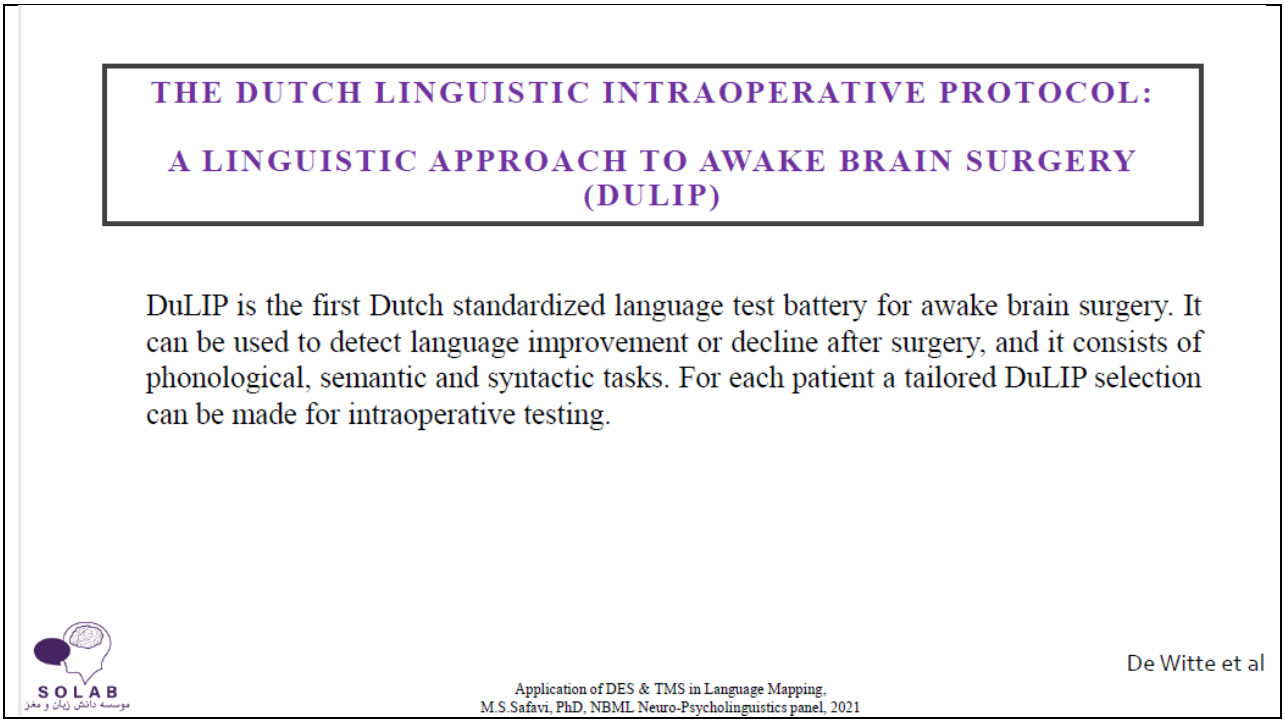
پروتکل DES (تحریک الکتریکی مستقیم) بدین صورت است که جریا ن الکتریکی مستقیمی train ۴ثانیه ای و۶۰ هرتز به فرد داده می‌شود و بین نقاط تحریک شده ۵ میلی متر فاصله باشد و در نهایت نقاط تحریک شده را با برچسب‌هایی علامت‌گذاری می-کنند.



هدف تحریک الکتریکی مستقیم: به تیم جراحی کمک می‌کند که بیشترین میزان ضایعه را به صورتی بردارند که کیفیت زندگی فرد تاجای ممکن بعد از جراحی حفظ شود.



DULIP مجموعه آزمون‌های زبانی مختص جراحی بیدار است که در سال ۲۰۱۵ انجام شده و اولین تست استاندارد شده در زبان هلندی است. طبق فرمایش استاد می‌تواند راهنمای خوبی باشد تا بتوان در ایران هم از این تست الهام گرفت و در ایران هم انجام داد.



این آزمون دارای تکالیف واجی، معنایی و نحوی است و بسته به مشکل فرد و نوع ضایعه می‌توان از یک سری از تست‌ها استفاده کرد.

Timing of assessment(s)	Linguistic level	Task	Stimuli (examples)
DURING DES (in 4 s)	Phonology	– repetition of words:	– discussie (discussion)
		• repetition of 3-syllabic words with alternating word accents	– wortel (carrot)
		• repetition of 2-syllabic words	– individu (individual)
		• repetition of words with phonemic similarities	– programma (programme)
		• repetition of words with consonant clusters	– wijn, pijn, lijn, kat (wine, pain, line, cat) → answer kat (cat)
		– reading with phonological odd word out[a]	
	Semantics	– reading with semantic odd word out[a]	– been, arm, raam, voet (leg, arm, window, foot) → answer raam (window)
		– naming with semantic odd word out[a]	– pictures of 'borstel, hond, kat' (brush, dog, cat) → answer borstal (brush)
		– semantic association task[a]	– auto, fiets … (car, bike …) → answer e.g. bus
		– sentence completion (semantically induced sentences)[a]	– Hij snijdt met een … (He cuts with a …) → answer e.g. mes (knife)
	Syntax	– verb generation[a]	– bal (ball) → gooien/werpen (to throw)
		– action naming (3rd person singular, transitive verbs), 60 actions[a] (RUG-Vrije Universiteit Brussel)	– de man … (the man …) → answer e.g. loopt (e.g. runs) → picture of a man who is running
	Articulation – praxis	– verbal diadochokinesis test	– repeat/papapa/, /pataka/, /papopu/, /pafpafpaf/, /dafnaflaf/, /pafpofpuf/, /pafpaspaf/ (5x)
	Naming	– object naming, 100 objects[a]	– black and white drawings of objects Dit is … (this is) → answer hond (dog) → picture of a dog
NOT DURING DES	Phonology	– phonological sentence judgment	– De hokkel eet een gersie. (The hokkel eats a gersie.) → 'hokkel', 'gersie' non-existing words
		– phonological fluency	– Letters D, A, T
	Semantics	– semantic sentence judgment	– De gieter smeert een boterham. (The watering-can prepares a sandwich.) → wrong sentence
		– semantic fluency	– animals/jobs
		– sentence completion (less semantically induced sentences)[a]	– Om 5 uur …(At 5 O'clock…) → possible answer: ga ik naar huis (I go home)
	Syntax	– syntactic sentence judgment	– Er was over niets meer van het scheerapparaat. (There was over nothing left of the razer) → wrong word order
		– verbal fluency (verbs)	– verbs

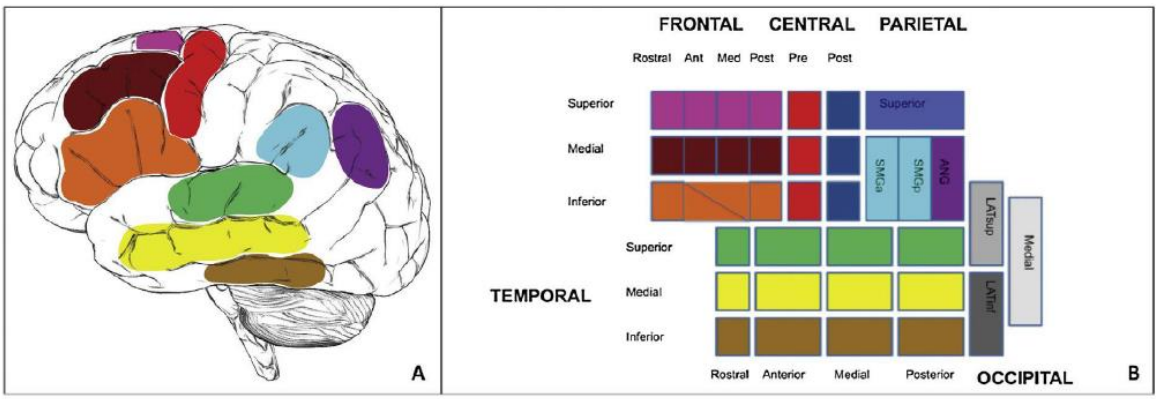
SOLAB موسسه دانش زبان و مغز

Application of DES & TMS in Language Mapping, M.S.Safavi, PhD, NBML Neuro-Psycholinguistics panel, 2021

De Witte et al. 2015

تصویرآزمون براساس اینکه در چه بخش‌هایی کاربرد دارد. در اینگونه تست‌ها نگاه به زبان به عنوان پدیده‌ای واحد نیست، بلکه ابعاد مختلف را در نواحی خاص مورد بررسی قرار می‌دهند.

Evidence from DES and DULIP test battery



- Mapping not "the language in general", but a language aspect relevant for a specific site
- A language battery allowing to pick up an appropriate task depending on the resection location

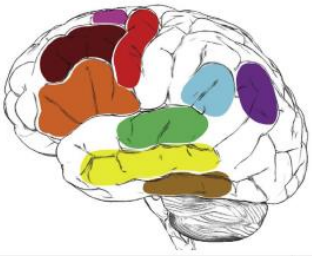
SOLAB موسسه دانش زبان و مغز

Application of DES & TMS in Language Mapping, M.S.Safavi, PhD, NBML Neuro-Psycholinguistics panel, 2021

De Witte et al., 2015

این اسلاید براساس آزمون‌های DULIP و مناطق پیشانی، عملکردها و تکالیف مرتبط در آزمون دولیپ مطرح شده است.

Frontal regions based on DES and DULIP tests



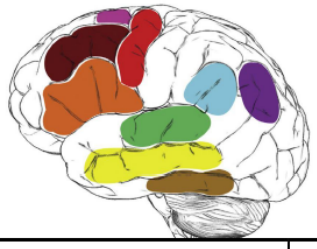
Frontal Regions	Function(s)	Intraoperative language tasks from DuLIP
inferior frontal gyrus	Articulatory processing/ syntax/ (writing)	Verbal diadochokinesis, repetition/ verb generation, action naming
posterior midfrontal gyrus	Action naming/ (writing)	Action naming
supplementary motor area (posterior superior frontal gyrus)	Language initiation	Sentence completion (closed and broad context), fluency
precentral gyrus	Motor network	Repetition, verbal diadochokinesis

SOLAB-NBML Webinar: Intro to TMS and its Applications in Neurolinguistics, M.S. Safavi, PhD, winter 2020.

De Witte et al., 2015

این اسلاید براساس آزمون‌های دولیپ و مناطق گیجگاهی این اسلاید عملکرد این بخش و تکالیف مرتبط در آزمون‌های دولیپ مطرح شده است.

Temporal regions based on DES and DULIP tests

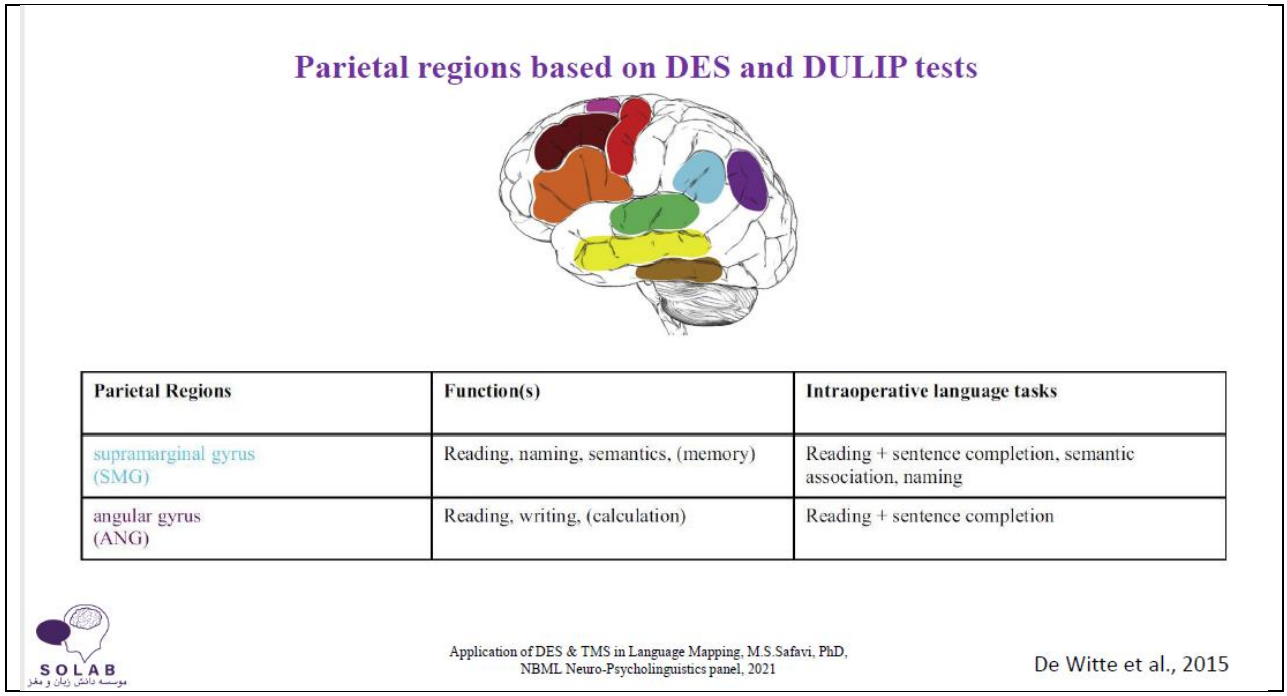


Temporal Regions	Function	Intraoperative language tasks
posterior superior temporal gyrus	semantics, auditory comprehension, naming living objects	semantic picture out, semantic judgment, object naming
middle posterior superior temporal sulcus	Phonological network	Phonological odd word out, phonological judgment
middle inferior temporal gyrus	Lexical interface (link phonological – semantic information), naming non-living objects	Semantic judgment, object naming
anterior middle temporal gyrus	Famous face naming, (memory)	Naming

Application of DES & TMS in Language Mapping, M.S.Safavi, PhD, NBML Neuro-Psycholinguistics panel, 2021

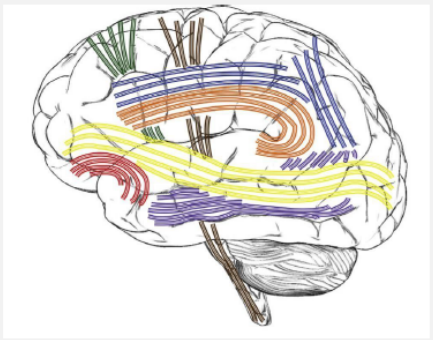
De Witte et al., 2015

این اسلاید براساس براساس آزمون‌های دولیپ و مناطق آهیانه‌ای عملکرد این بخش و تکالیف مرتبط در آزمون‌های دولیپ مطرح شده است.



این اسلاید نقشه‌برداری زبان زیرقشری را نشان می‌دهد. یکی از معروف‌ترین این مسیرها Arcuate Fasciculus است که منطقه بروکا و ورنیکه را به هم وصل می‌کند که مرتبط با فرآیندهای واجی و تولیدی است. طبق گفته استاد Frontal Aslant Tract هم طبق یافته‌های جدیدتر می‌تواند به زبان (تکالیف تکمیل جمله) مرتبط باشد. CorticoSpinal Tract هم مرتبط به حرکت زبان است.

Mapping language subcortically



Tract	Language aspect	Intraoperative task
FAT	Initiation of speech	Sentence completion
IFOF	Semantics, reading	Semantic association, semantic odd out/judgment
ILF	Reading, phonogy-semantics	Reading+sentenc e completion, naming
AF	Phonology/ articulation	Repetition/ phonological odd out
UF	Semantics	Naming, semantic odd out
CST	Motor speech	Repetition

SOLAB

Application of DES & TMS in Language Mapping, M.S.Safavi, PhD,
NBML Neuro-Psycholinguistics panel, 2021

De Witte et al.,2015

تحریک الکتریکی مستقیم دارای محدودیت‌هایی است. مهم‌ترین محدودیت آن ماهیت تهاجمی آن است.

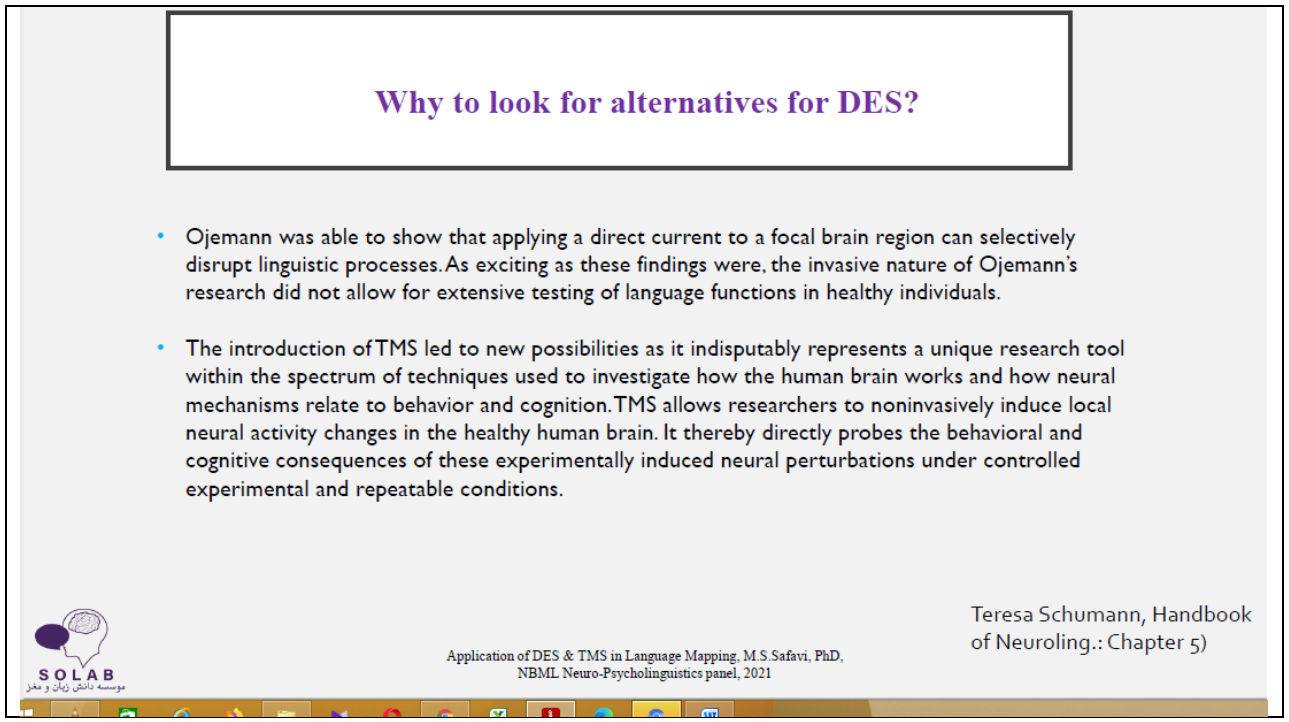
What are the limitations of DES?

- Invasive
- Stressful for the patient
- Time limitation: around 90 minutes of awake time
- Anesthetic complications

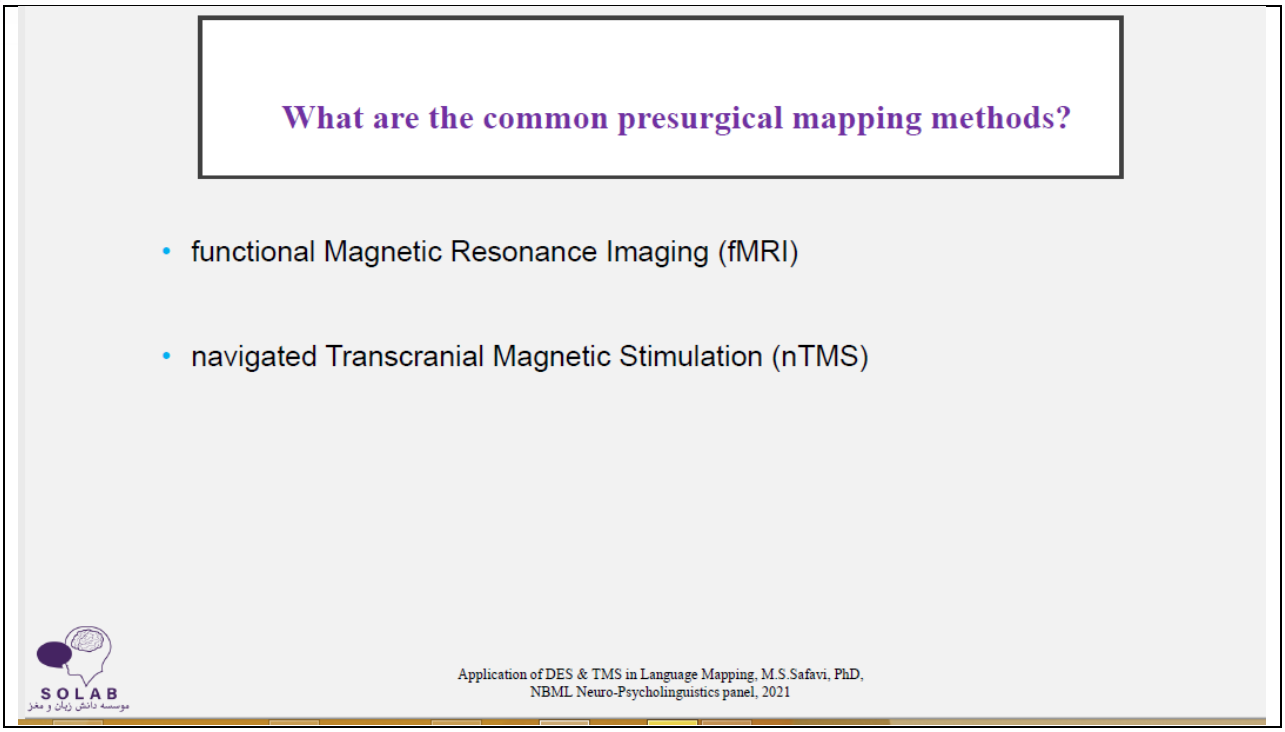
SOLAB

Application of DES & TMS in Language Mapping, M.S.Safavi, PhD,
NBML Neuro-Psycholinguistics panel, 2021

پس با توجه به محدودیت‌هایی که در اسلاید بالا اشاره شد به نظر می‌رسد باید به دنبال جایگزینی برای تحریک الکتریکی مستقیم بود. به نظر می‌رسد TMS که ماهیت غیرتهاجمی دارد و از طرفی می‌توان آن را در شرایط کنترل شده و تکرارپذیر استفاده کرد، می‌تواند جایگزین خوبی باشد.



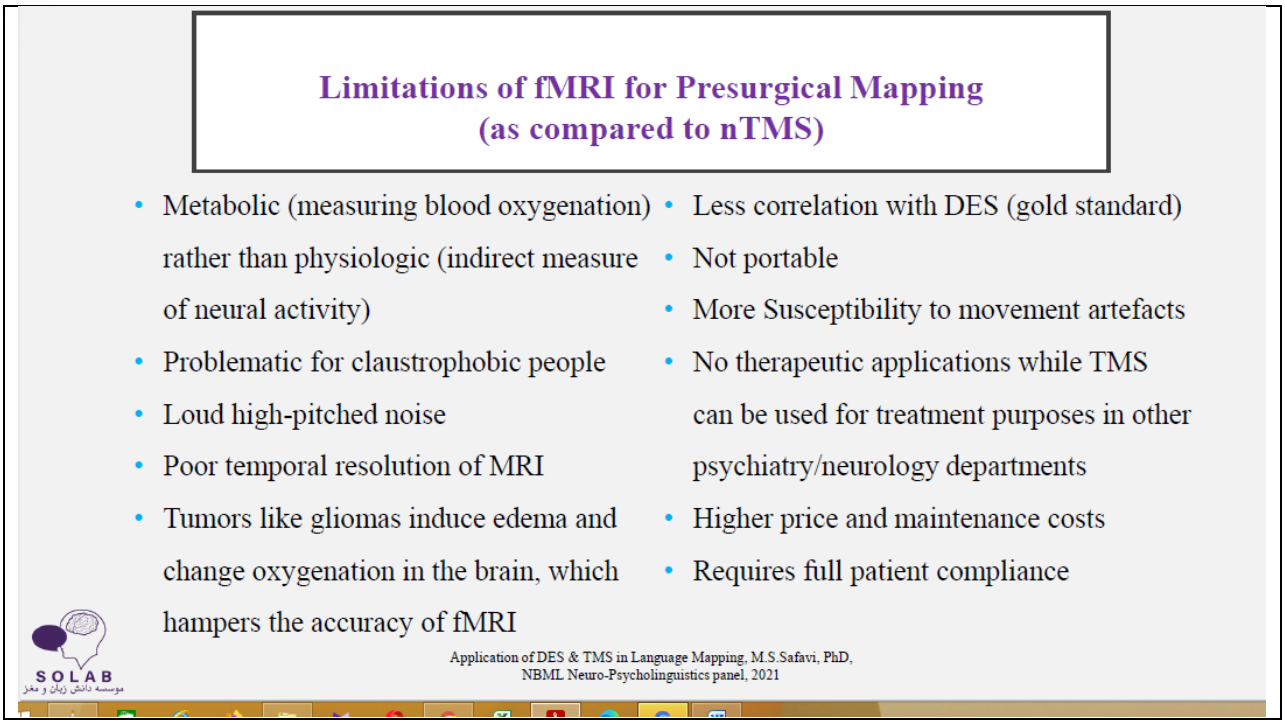
روش‌هایی برای قبل از جراحی به کار می‌رود: تصویربرداری تشدید مغناطیسی عملکردی fMRI و تحریک مغناطیسی فراجمجمه‌ای هدایت شده navigated TMS



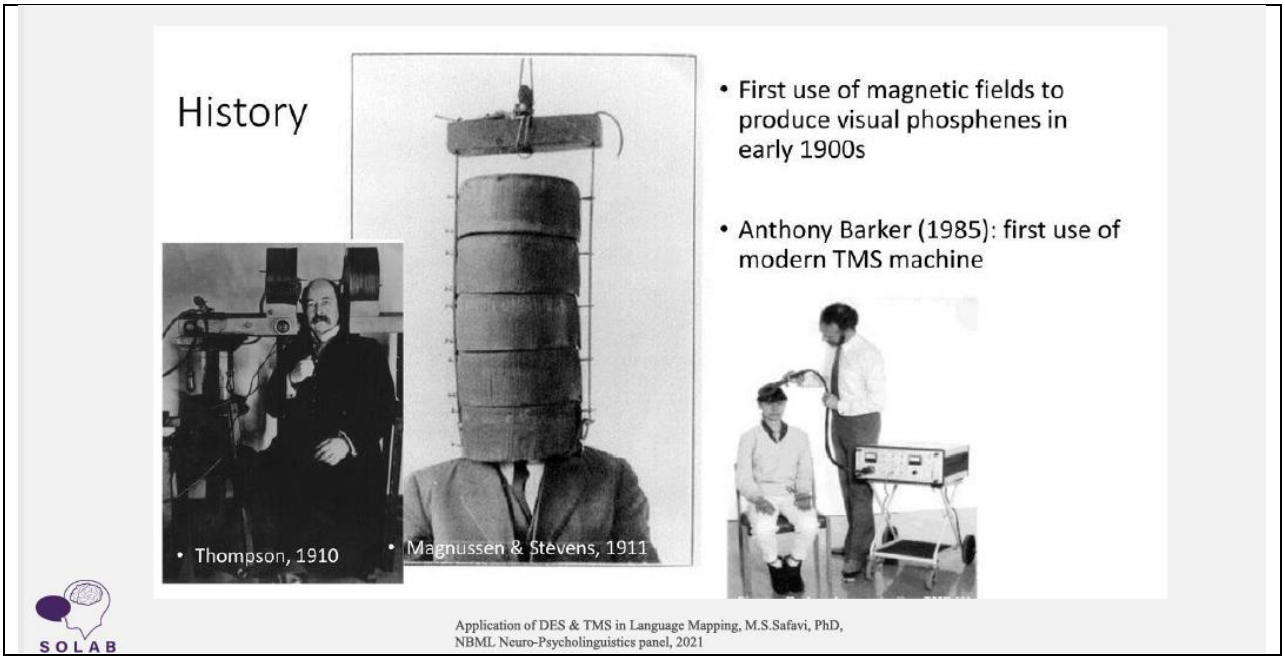
fMRI متداول‌تر از nTMS است اما دارای محدودیت‌هایی است. روش fMRI روشی متابولیک است که اکسیژن رسانی را اندازه‌گیری می‌کند و روشی غیرمستقیم است در حالیکه nTMS روشی نوروفیزیولوژیک است که مستقیما عملکرد مغز را بررسی می‌کند. از جمله مشکلات fMRI می‌توان به صدای زیاد آن و مشکلات افرادی که ترس از فضای بسته دارند، دقت زمانی پایین اشاره کرد.

تومور باعث التهاب می‌شود که باعث تغییر در میزان اکسیژن رسانی و درنهایت تأثیر در دقت fMRI داشته باشد.

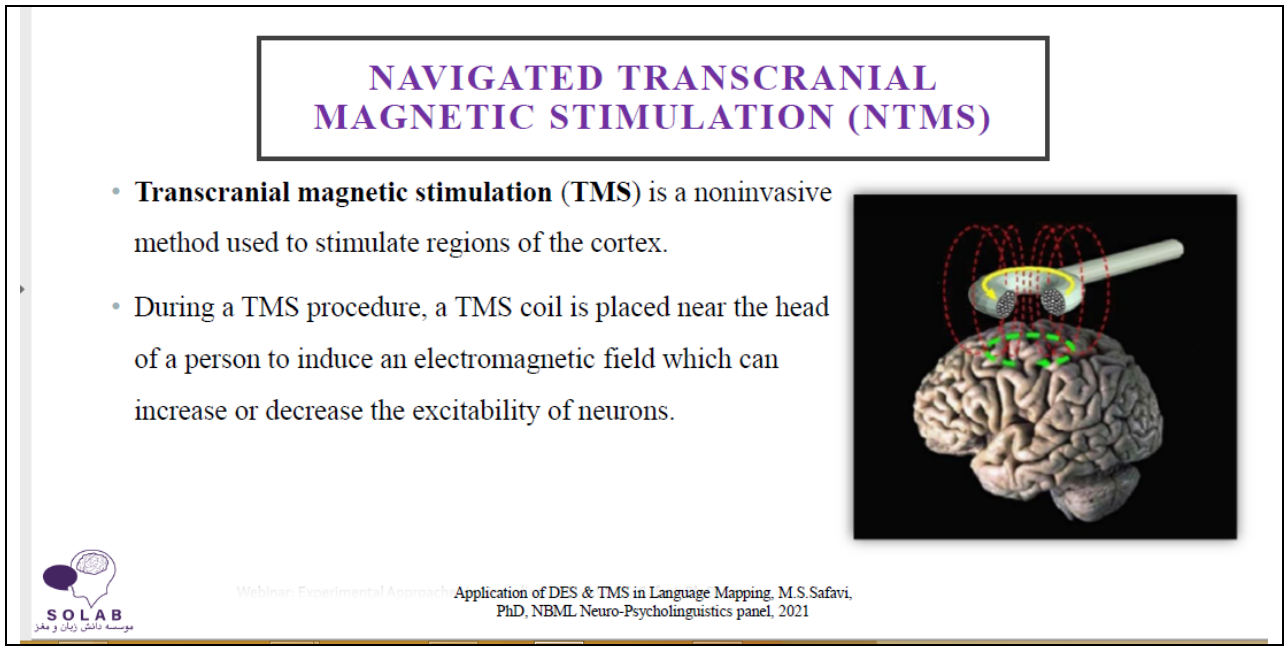
Artefact حرکتی می‌تواند در fMRI تأثیر داشته باشد. تنها برای تشخیص کاربرد دارد (نه درمان).

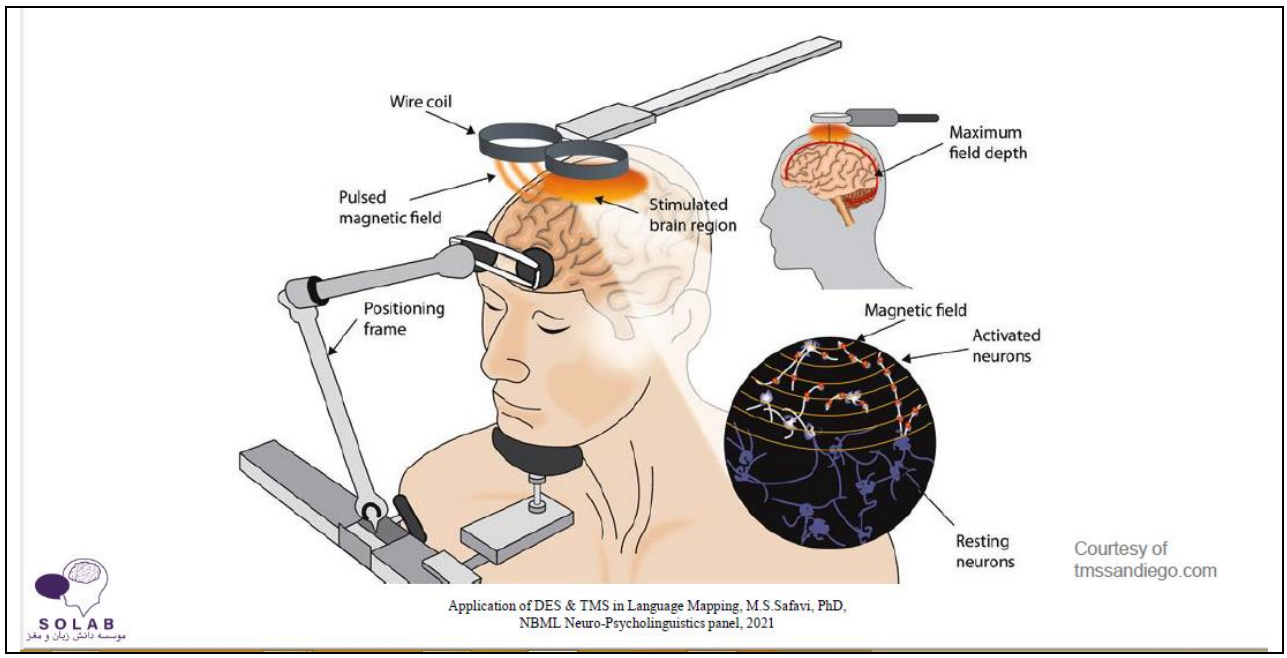


برای رجوع به تاریخچه تحریک مغناطیسی فراجمجمه‌ای می‌توان گفت که به سال‌های ۱۹۰۰ و تولید اولین فسفین‌های بینایی مربوط می‌شود.

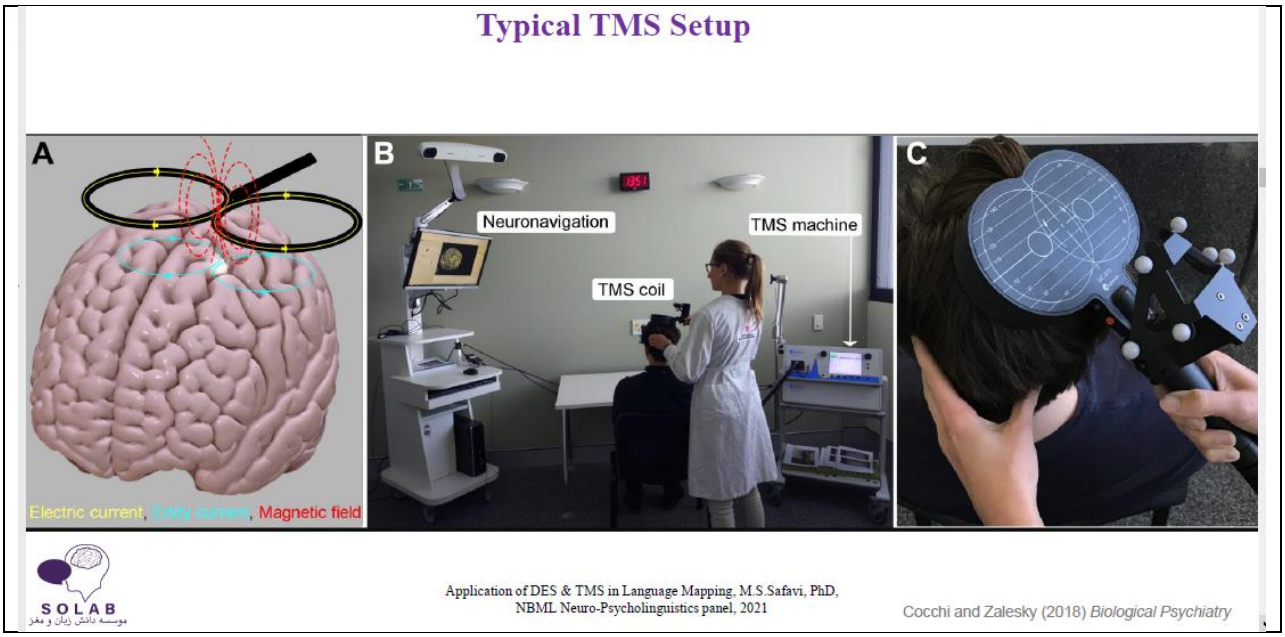


TMS چیست؟ تحریک مغناطیسی فراجمجمه‌ای روشی غیرتهاجمی برای تحریک قشرمغز است (مناطق زیرقشری را نمی‌توان با TMS تحریک کرد). در روش کار تحریک مغناطیسی فراجمجمه ای از coil برروی سرفرد استفاده می‌شود تا میدان الکترومغناطیسی ایجاد کند که می‌تواند تحریک‌پذیری نورون‌ها را کم و زیاد کند.

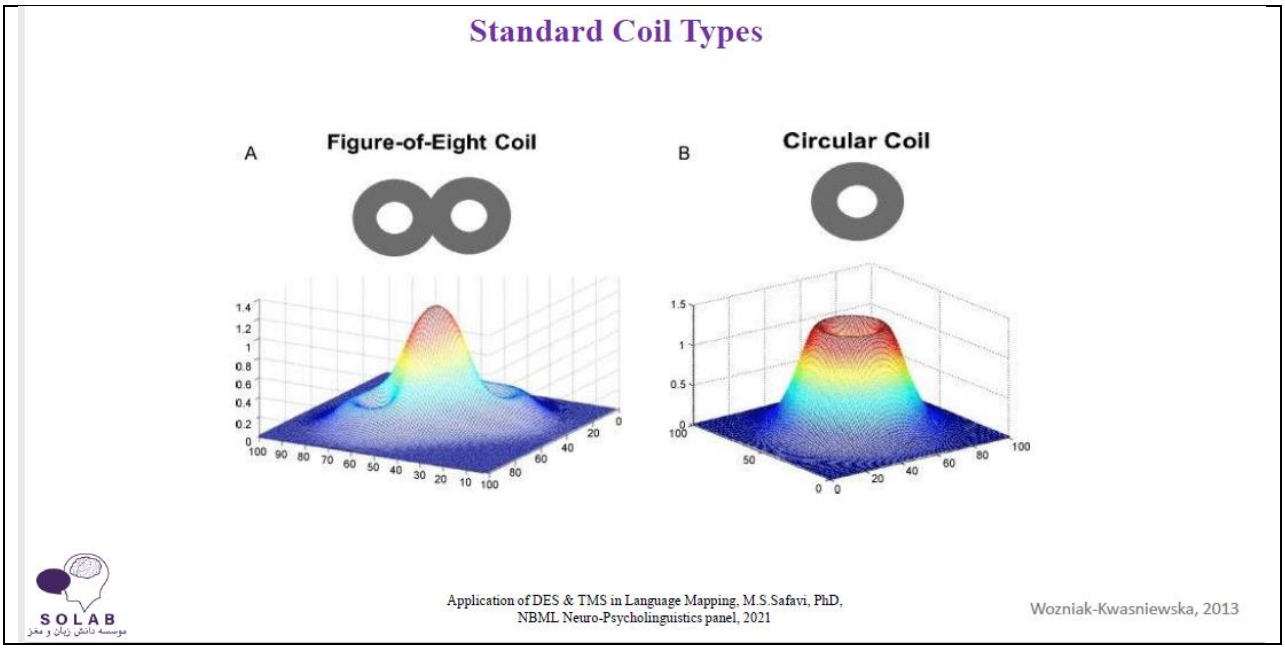




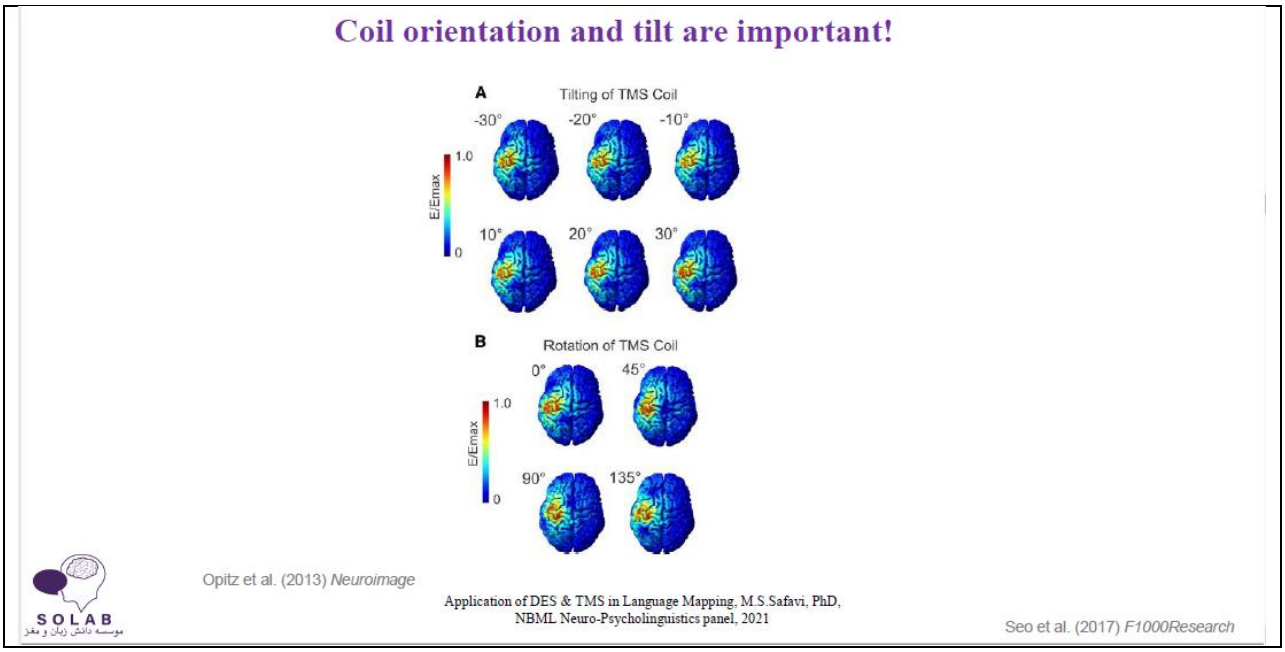
nTMS از MRI همان فرد یا MRI استاندارد شده استفاده می‌کند تا دقت TMS را بالا ببرد و همچنین آن را تکرارپذیر کند.



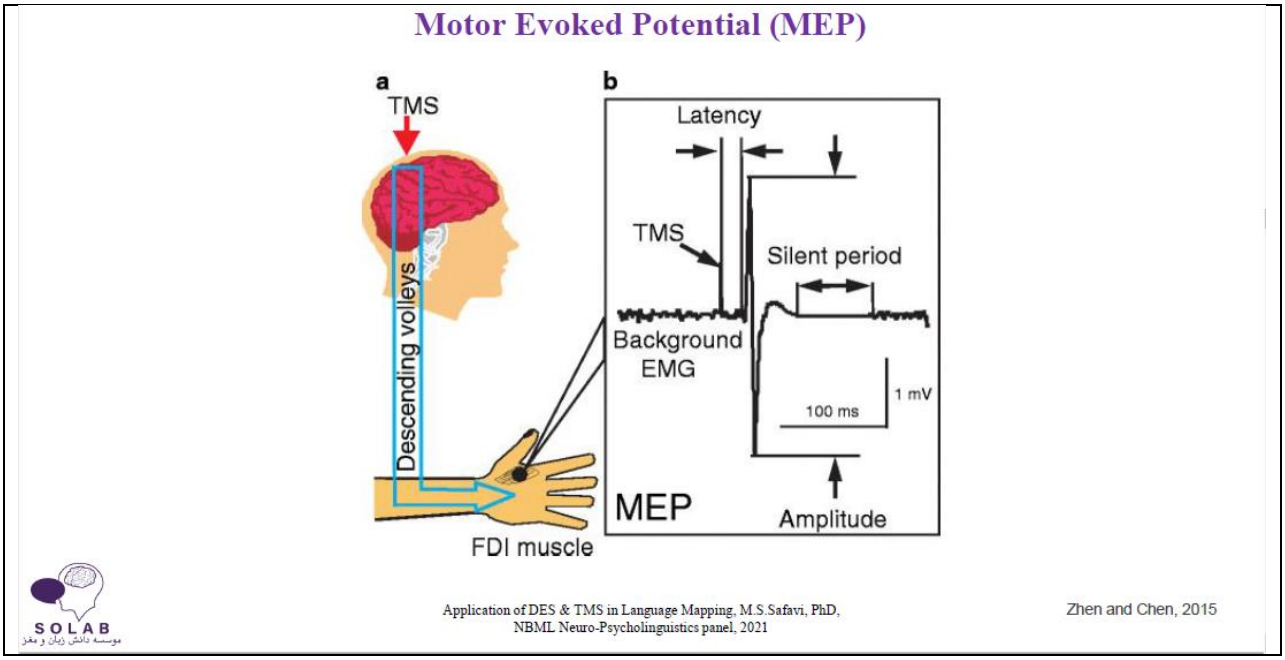
کویل‌ها دارای اشکال متفاوت و اثرگذاری متفاوت هستند که متداول‌ترین آن‌ها کویل های هشت شکل و کویل‌های حلقوی هستند. در کویل‌های هشتی شکل، کانون میدان الکتریکی در قسمت تقاطع دو دابره شکل می‌گیرد پس متمرکزتر هستند و برای تحریک‌های مغناطیسی که تمرکز و دقت مهم است کاربرد دارد.



جهت چرخش و جهت مماس شدن کویل برسر فرد بسیار مهم است. برای مطالعات زبانی زاویه ۴۵ درجه زاویه مناسبی است.



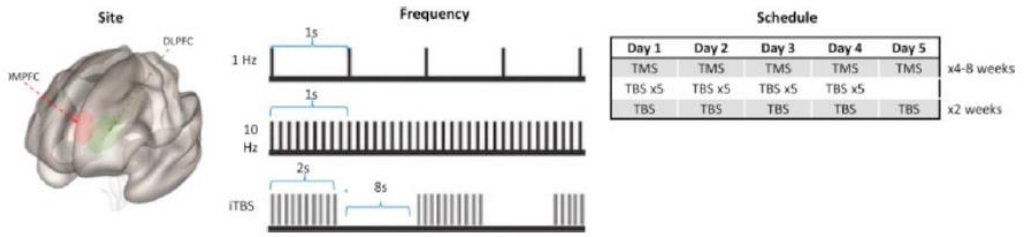
MEP پتانسیل برانگیخته حرکتی است که توسط دستگاه EMG اندازه‌گیری می‌شود که رابطه عصب و عضله را می‌سنجد. در پروتکل TMS،شدت را باید براساس آستانه حرکتی فرد در وضعیت استراحت تنظیم کرد که میزان آن حداقل انرژی لازم برای داشتن موج MEP یا پتانسیل برانگیخته حرکتی بالای ۵۰ میکرو ولت است.



این اسلاید پروتکل TMSمربوط به افراد با افسردگی مزمن را نشان می‌دهد.

Common TMS protocols for refractory MDD

Parameters	rTMS		TBS	
	Low-frequency rTMS	High-frequency rTMS	cTBS	iTBS
Intensity (motor threshold)	110% rMT	120% rMT	80% aMT/rMT	80% aMT/rMT
Frequency of stimulation	1 Hz	10 Hz	50 Hz	50 Hz
Interstimulus interval (ISI)	1 s	100 ms	20 ms	20 ms
Train duration	20 min	4 s	20 or 40 s	2 s
Intertrain interval (ITI)	–	25 s	200 ms	200 ms
Interblock interval (IBI)	–	–	–	10 s
Number of trains	-	75 trains	-	10 trains each block
Total number of stimulus[a]	1,200	3,000	300 or 600	600
Administration site	Right DLPFC	Left DLPFC	Right DLPFC	Left DLPFC



Application of DES & TMS in Language Mapping, M.S.Safavi, PhD, NBML Neuro-Psycholinguistics panel, 2021

Philip et al. (2018) *Biological Psychiatry*

محدودیت‌های تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای: بعضی نواحی مانند مناطق زیرقشری در دسترس نیستند و برای رفع این مشکل می‌توان از رویکردهای چندحالتی مانند DTI درکنار TMS استفاده نمود. بدون جهت‌یابی (navigation) جایگاه دقیق برخی مناطق مانند Dorso Lateral Pre-Frontal Cortex (DLPFC) را نمی‌توان مشخص کرد. زبان به عنوان یک مهارت پیچیده شناختی، تقریبا به طور واحد فقط در یک بخش پردازش نمی‌شود بنابراین رویکردهای چندگانه در این بخش هم مطرح است. موضوع دیگر صدای TMS است که هرچه قدر شدت بیشتر باشد، صدا هم بیشتر است که این موضوع برای دادن محرک‌های صوتی ممکن است مشکل‌ساز شود که در آن‌صورت می‌توان از هدست‌های مخصوص استفاده کرد.

Limitations of TMS

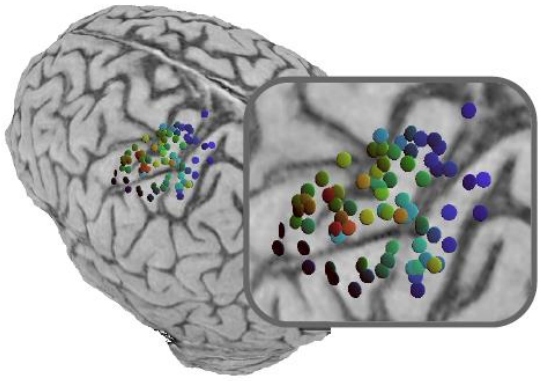
- Some regions are not easily and precisely identifiable by TMS → Optimal coil placement → MRI-guided naviation
- TMS coil rotation matters! → navigation
- Depth of penetration is limited (approx., 2-3 cm depending on the coil). That is, subcortical regions are not reachable by TMS → multimodal approaches
- The focality of the magnetic field distribution also decreases with increasing distance,limiting the spatial resolution of TMS to roughly 1–2 cm
- Language, as one of the most complex cognitive skills, is almost never exclusively processed within single isolated brain regions → probing network interactions via multimodal approaches
- Muscle twitches, when inferior frontal areas are stimulated. Problematic in language-production studies
- The clicking sound of the TMS coil can be disturbing and interfering with auditory stimulus presentation → Masking headset

SOLAB موسسه دانش زبان و مغز

Application of DES & TMS in Language Mapping, M.S.Safavi, PhD,
NBML Neuro-Psycholinguistics panel, 2021

در این اسلاید دلیل استفاده از جهت‌یابی (navigation) در فرآیند TMS مطرح می‌شود که دقتی در حد میلی‌متر به آن می‌دهد و در این روش براساس MRI همان فرد تحریک انجام می‌شود و به صورت فرضی انجام نمی‌گیرد. یکی دیگر از مزایای آن تکرارپذیری برای همان فرد یا در مطالعات گروهی استفاده می‌شود.

Neuronavigation: MRI-Guided Navigation

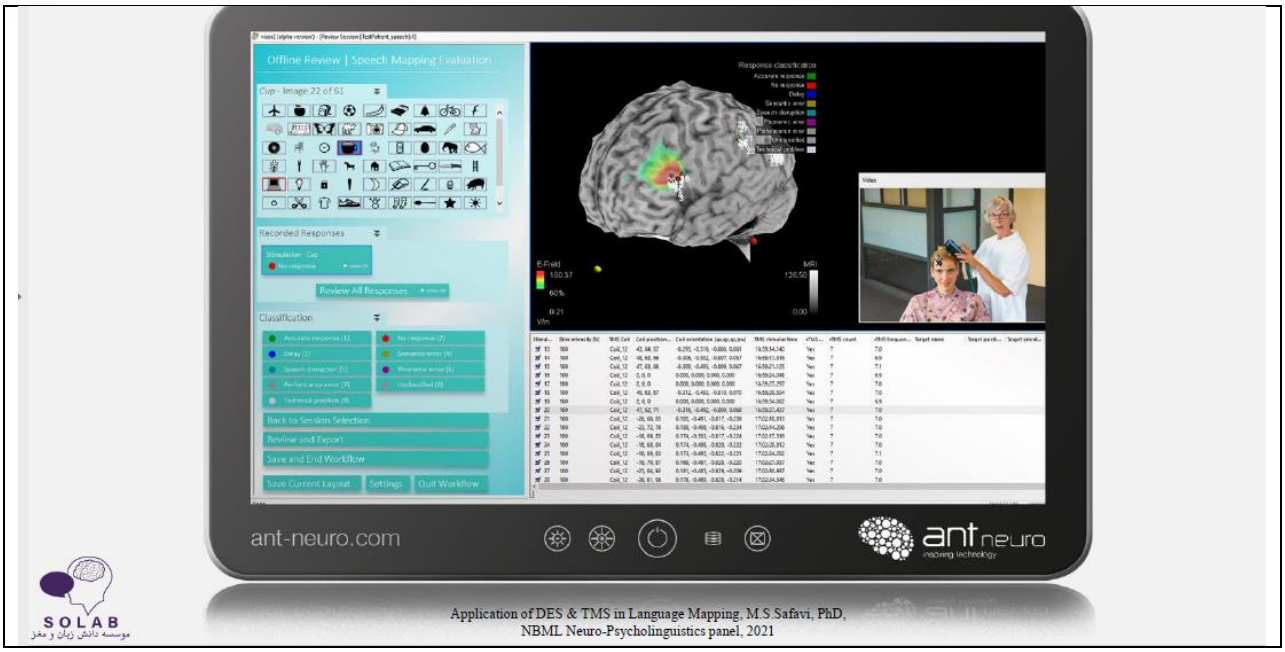


The neuronavigation system (**visor2**) is added to TMS which uses **previously acquired data** (i.e. MRI) and correlates the stimulated sites on the scalp to the underlying brain anatomy.

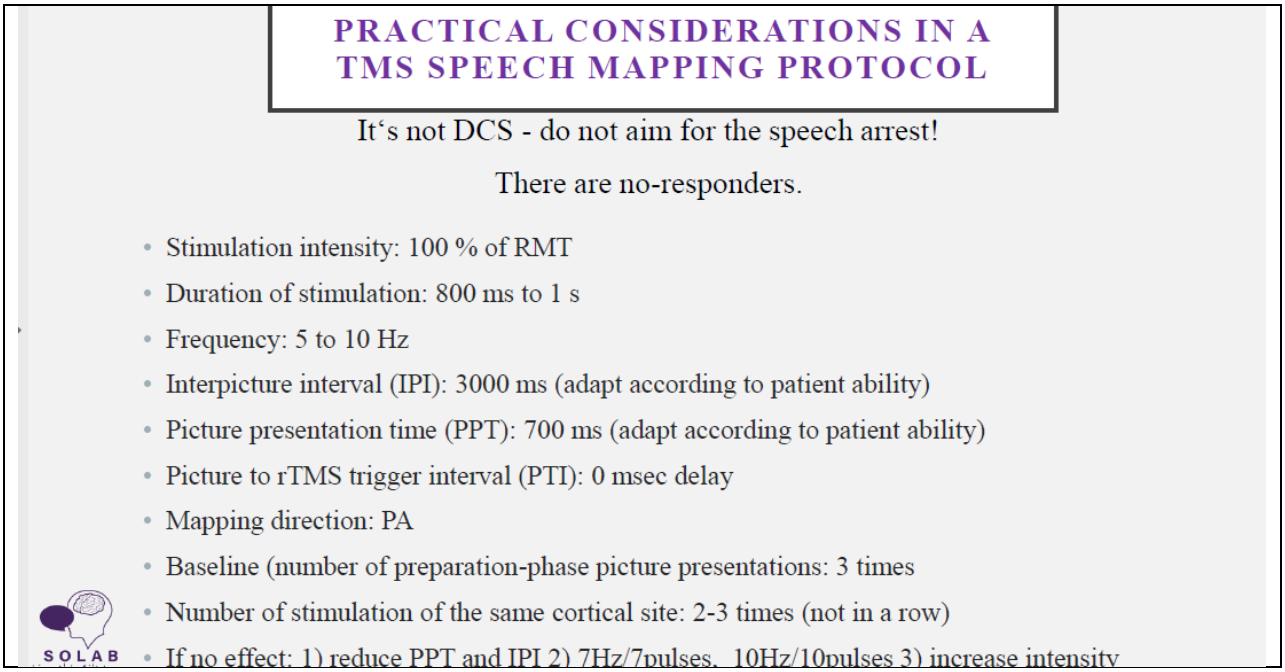
SOLAB موسسه دانش زبان و مغز

Application of DES & TMS in Language Mapping, M.S.Safavi, PhD,
NBML Neuro-Psycholinguistics panel, 2021

این تصویر نقشه‌برداری سخن‌گفتنspeech mapping است که به فرد تصاویر سمت چپ نشان داده می‌شود و از آن‌ها خواسته می‌شود تا آن‌ها را بنامد و خطاهای احتمالی ثبت می‌شود.

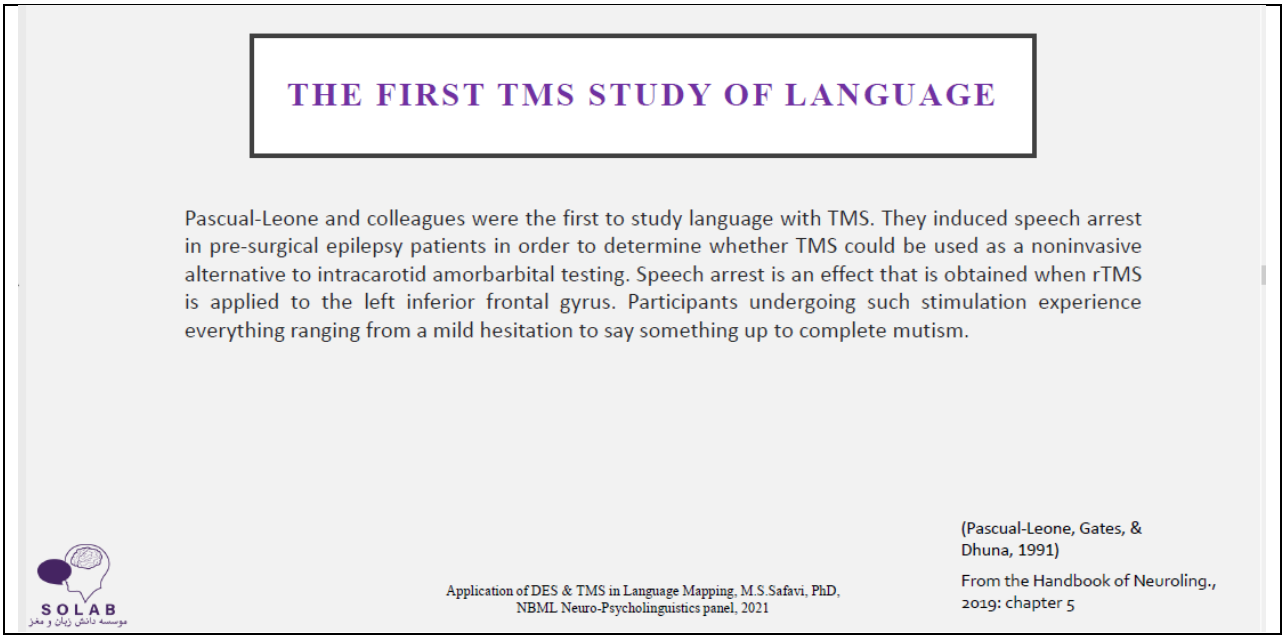


نکات عملی مهمی در رابطه با speech mapping وجود دارد که در اینجا به آن‌ها اشاره شده است. تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای مانند تحریک الکتریکی مستقیم نیست که وقفه کامل گفتار را در پی داشته باشد.

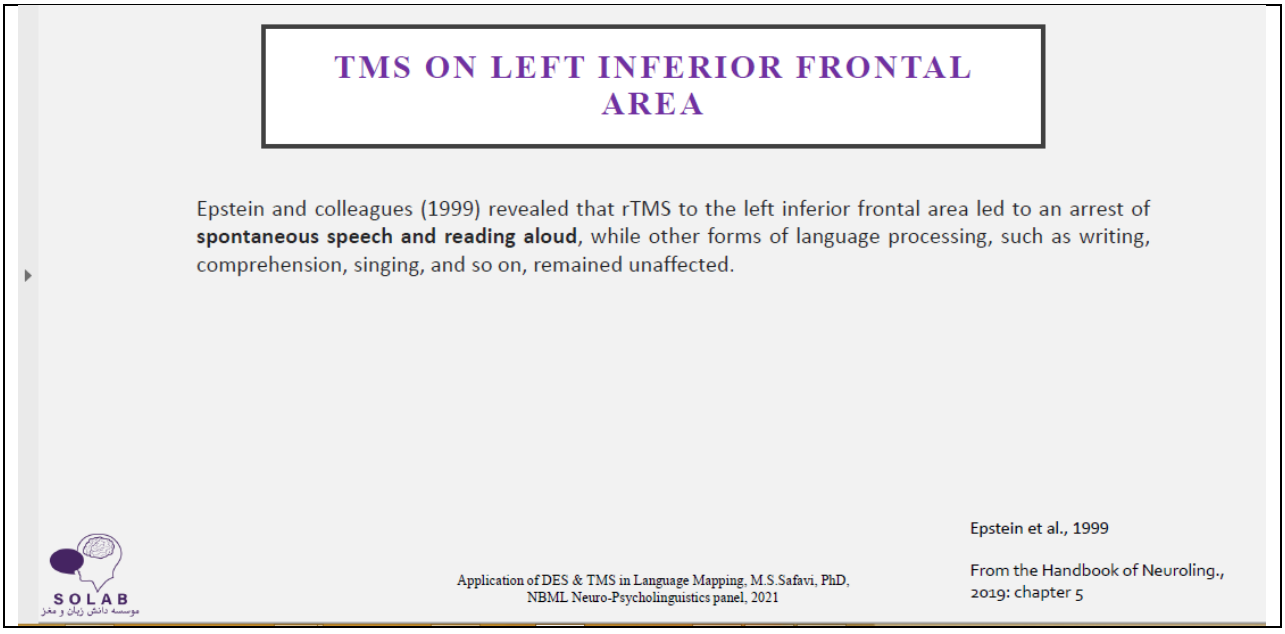


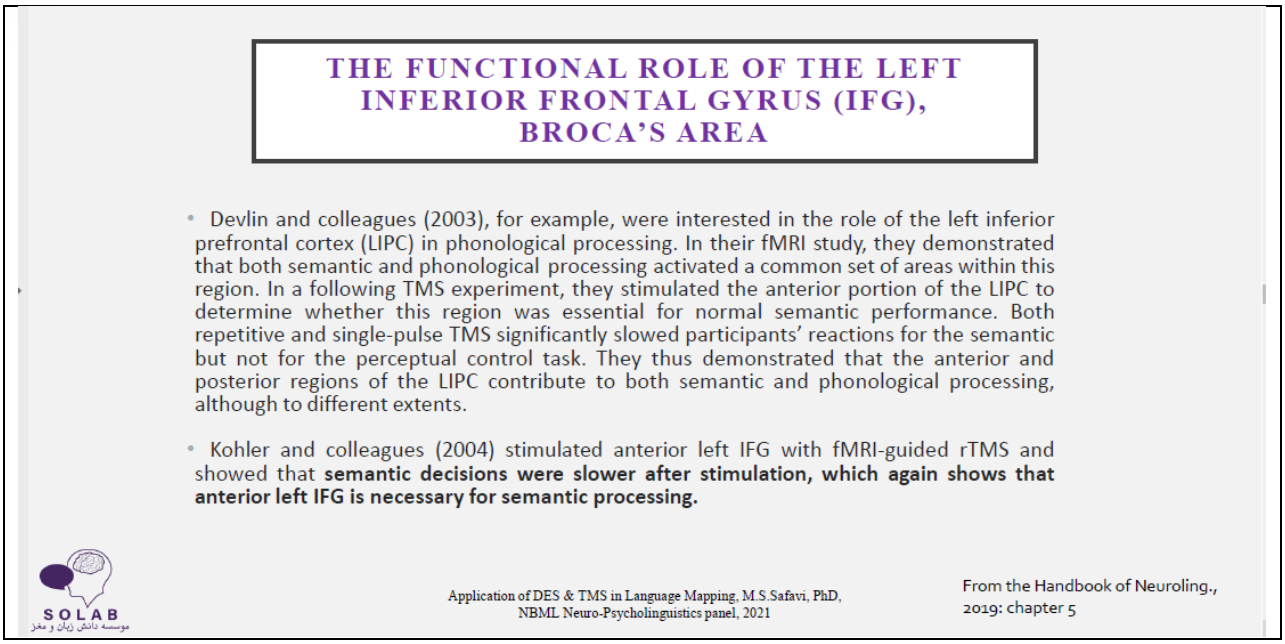
اولین مطالعات تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای در زبان توسط پاسکال لئون و همکاران انجام شد. آن‌ها برای افرادی که بیماری صرع دارند، قبل از جراحی TMS را انجام می‌دادند تا سعی کنند یک روش غیرتهاجمی جایگزین تست وادا intracortid

amorbarbital testingانجام دهند. این تست برای تشخیص سوبرتری در افراد با بیماری صرع است که روشی غیرتهاجمی است.

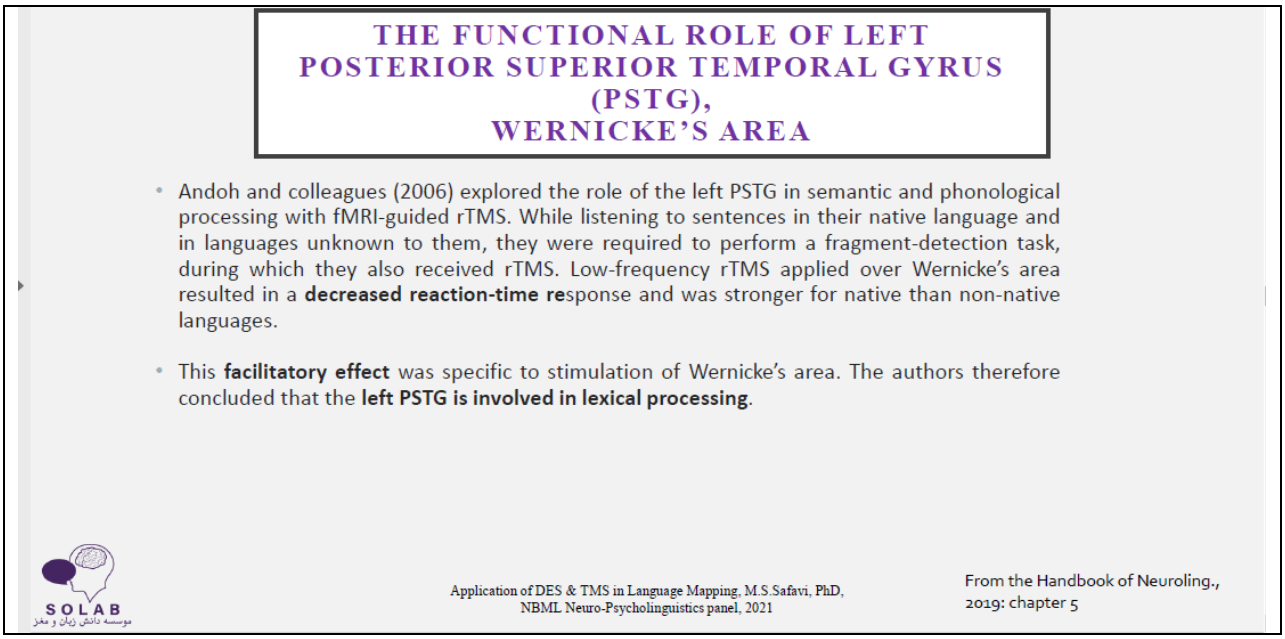


پژوهش‌های بعد از آن بیشتر متمرکز برناحیه تحتانی پیشانی چپ left Inferior Frontal بود.

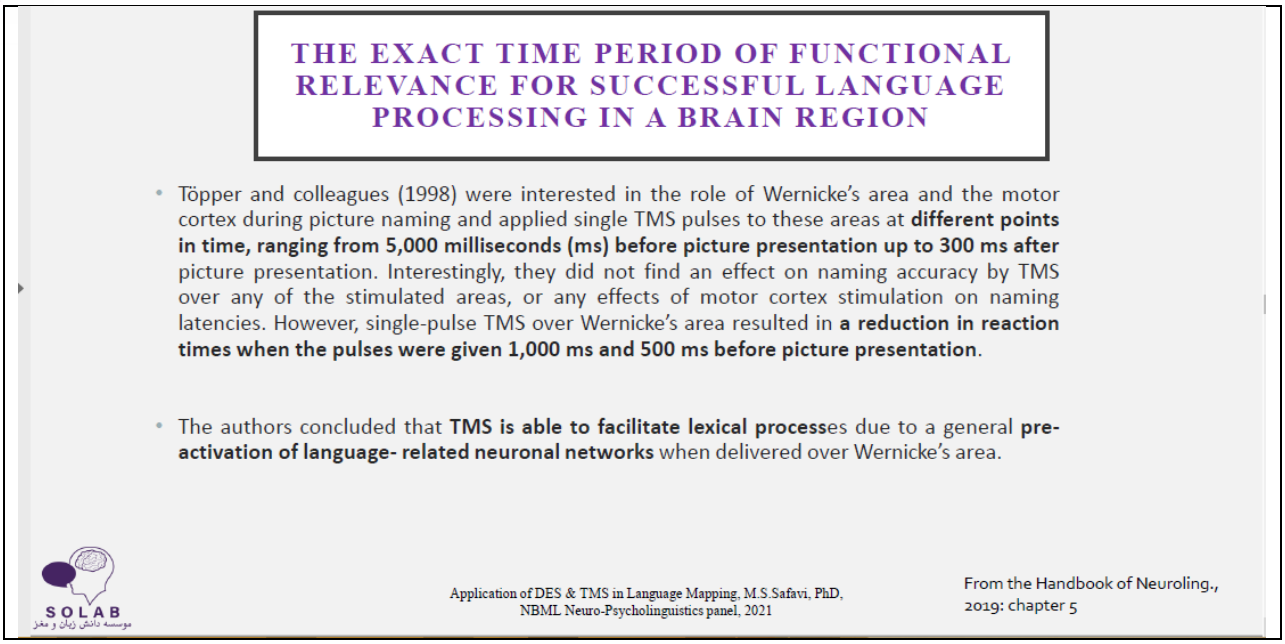




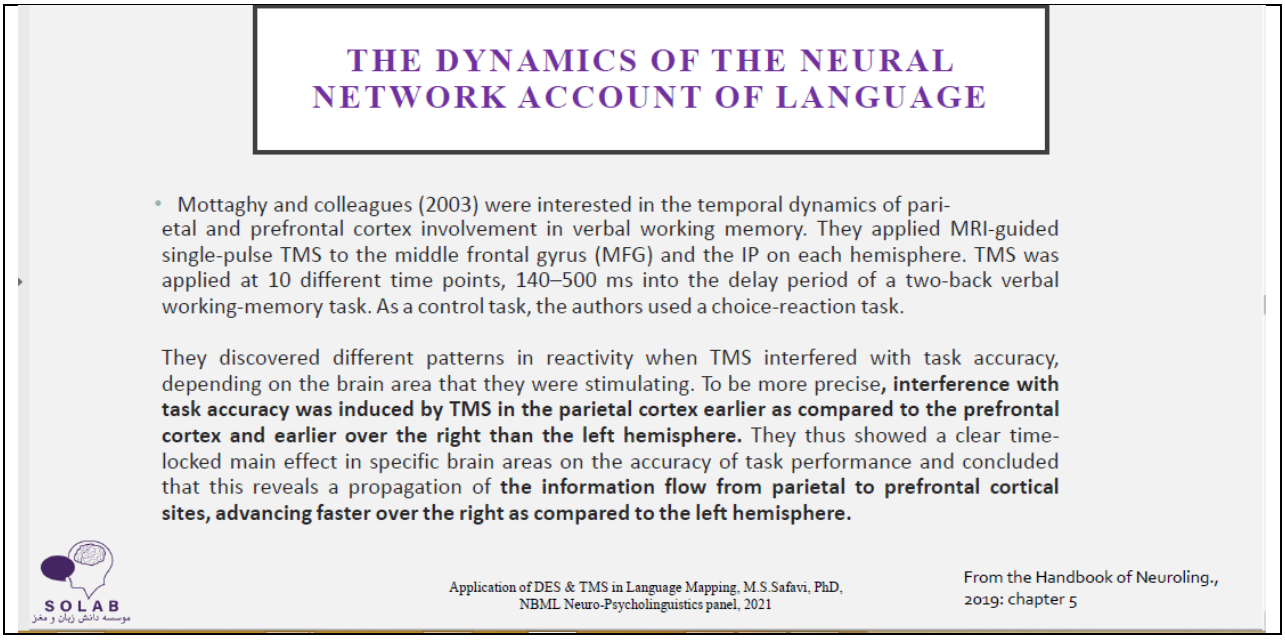
مطالعات بعدی در ناحیه ورنیکه انجام شد. پردازش معنایی و واجی را بررسی کردند. افراد به جملات در زبان مادری خود و زبان ناشناخته گوش می‌دادند. زمان واکنش در تحریک ناحیه ورنیکه کمتر بود و این اثر تسهیل کنندگی مبحث مهم مطرح شده بود.



این پژوهش به این مسأله می‌پردازد که فاصله زمانی تحریک تا ارائه زمانی چه تاثیری می‌تواند داشته باشد. در نهایت نتیجه آن بود که در دقت نامیدن و تکلیف تاثیری ندارد، اما اثر تسهیل‌کنندگی TMS را نشان می‌دهد؛ زیرا شبکه مرتبط با زبان را از قبل فعال می‌کند.



پویایی شبکه عصبی در رابطه با زبان در ناحیه پیش پیشانی و آهیانه‌ای مورد بررسی قرار گرفته است و درنهایت به این نتیجه رسیدند که تداخل در ناحیه آهیانه‌ای و در نیمکره راست زودتر به وقوع پیوست. این پژوهش نشان می‌دهد که جهت انتشار داده‌ها از لب آهیانه‌ای به بخش پیش پیشانی است.



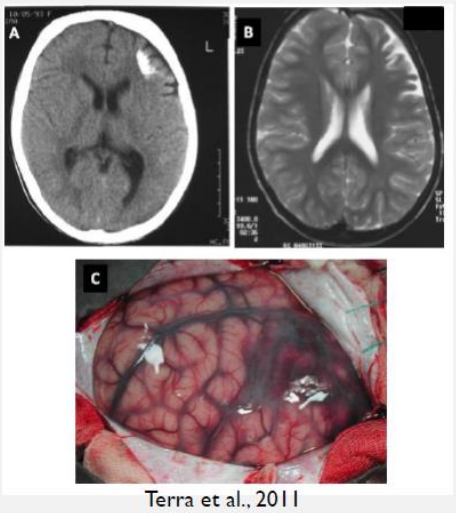
در بیماران مبتلا به صرع در جراحی‌ها بیشتر تمرکز بر بخش گیجگاهی مغز دارد.

EPILEPSY SURGERY: IMPLICATIONS ON COGNITIVE FUNCTIONS

When we decide that surgery is necessary for a patient who hasn't responded to antiepilpetic medications, we are faced with the decision of dissecting a small or large part of the brain and that part becomes dissected because it's responsible for the seizure but also is functionally active. There an extensive lesion drop which leads to changes in:

- **Verbal memory** after left temporal surgery (Lee et al., 2002)
- **Visual memory** after right temporal surgery (less consistent) (Vaz, 2004)
- **Naming** (34 % patients undergoing left TL) [Davies 1998 & 2005; Schwartz 2005)
- **Receptive language** (4% of patients left TL) (Davies 1998)

Epilepsy surgery outside temporal lobe is still an underexplored area



Terra et al., 2011

SOLAB موسسه دانش زبان و مغز

Application of DES & TMS in Language Mapping, M.S.Safavi, PhD, NBML Neuro-Psycholinguistics panel, 2021

Courtesy of neurophysiology lab, Women's and Children's hospital, Birmingham,UK

TMS ضایعه مجازی موقت ایجاد می‌کند تا تحریک‌پذیری عصبی را تغییر دهد.

FACTORS INFLUENCING POST-OP LANGUAGE DECLINE

- Surgical technique used
- Size of the resected area
- relationship between resected region and fMRI activation
- Age at surgery and age at first seizure → the earlier the onset of seizure in theory, you'll have a brain that is not heavily lateralized in terms of language

Contribution of TMS:

nTMS contributes to the post-op outcome by creating functional lesions as navigated rTMS alters neural excitability for period that outlasts stimulus duration

SOLAB موسسه دانش زبان و مغز

Application of DES & TMS in Language Mapping, M.S.Safavi, PhD, NBML Neuro-Psycholinguistics panel, 2021

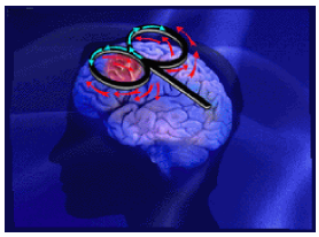
Courtesy of neurophysiology lab, Women's and Children's hospital, Birmingham,UK

برای زبان‌پریشی بعد از سکته مغزی، انعطاف پذیری عصبی (که در آن با آسیب دیدن بخشی، نواحی اطراف یا نواحی متقارن در نیمکره دیگر آن تکلیف را برعهده می‌گیرند. آسیب‌های بعد از سکته بیشتر از بیش‌فعال شدن نیمکره دیگر ناشی می‌شود.

POST STROKE APHASIA REHAB

Dealing with Neuroplasticity – reorganization

- Most stroke symptoms are not caused by the lesion itself but rather by **hyperactivity** of the intact hemisphere, which inhibits neural activity in the damaged hemisphere.
- A virtual lesion of the homologue right sided Broca center only can be compensated for by increased effort of the left sided diseased Broca center. This results in targeting the infarcted left hemisphere by speech therapy



SOLAB

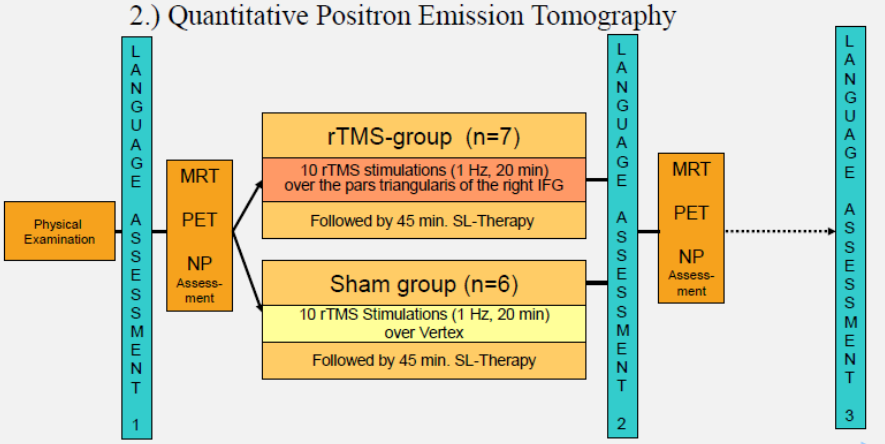
Application of DES & TMS in Language Mapping, M.S.Safavi, PhD,
NBML Neuro-Psycholinguistics panel, 2021

Ruiz et al., 2016

در این مطالعه نشان داده شده است که rTMS در کنار گفتاردرمانی می‌تواند مؤثر باشد. ابتدا فرد معاینه شده، سپس از فرد یک ارزیابی کامل انجام شده، MRI و PET گرفته شده، سپس جلساتی تعریف شده برای تحریک مغناطیسی و بعد از آن گفتار درمانی انجام شده است.

rTMS combined with speech therapy

1.) Speech performance
2.) Quantitative Positron Emission Tomography



SOLAB

Application of DES & TMS in Language Mapping, M.S.Safavi, PhD,
NBML Neuro-Psycholinguistics panel, 2021

THE INT. PET-RTMS-APHASIA STUDY (HEIß, HARTMANN, THIEL, RUBI-FESSEN 2013/2014)

اگر TMSهمراه با روش‌های دیگر استفاده شود کارایی بالاتری خواهد داشت و اطلاعات بیشتری را در اختیار ما قرار می‌دهند.

COMBINED APPROACHES

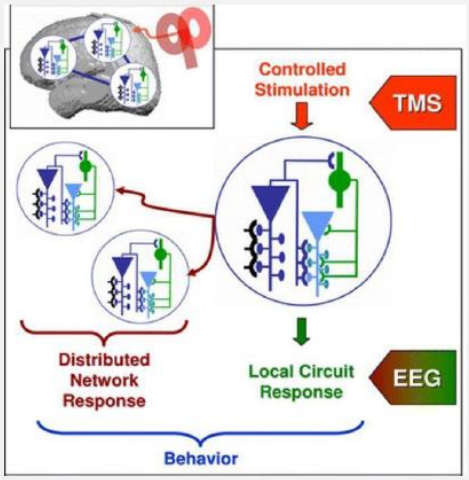
EEG-TMS

Application of DES & TMS in Language Mapping, M.S.Safavi, PhD,
NBML Neuro-Psycholinguistics panel, 2021

EEG-TMS متداول است که می‌تواند on-line (همزمان) یا off-line (غیرهمزمان) باشد. در این صورت می‌توانیم اطلاعاتی درباره تحریک‌پذیری مغز و ارتباط عملکردی مغز باهم داشته باشیم.

The Goals of EEG-TMS Combination

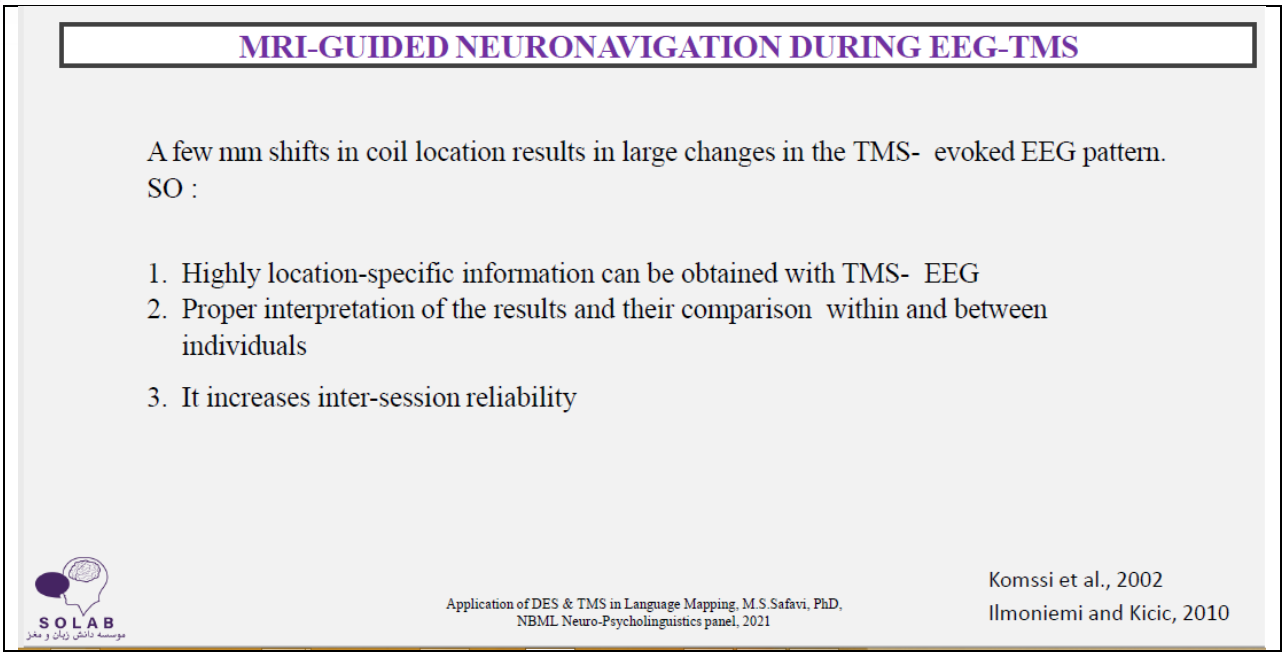
- to map the excitability of the brain as well as its functional connectivity in a time-resolved manner
- to obtain detailed information about the state of the brain (instantaneous state)



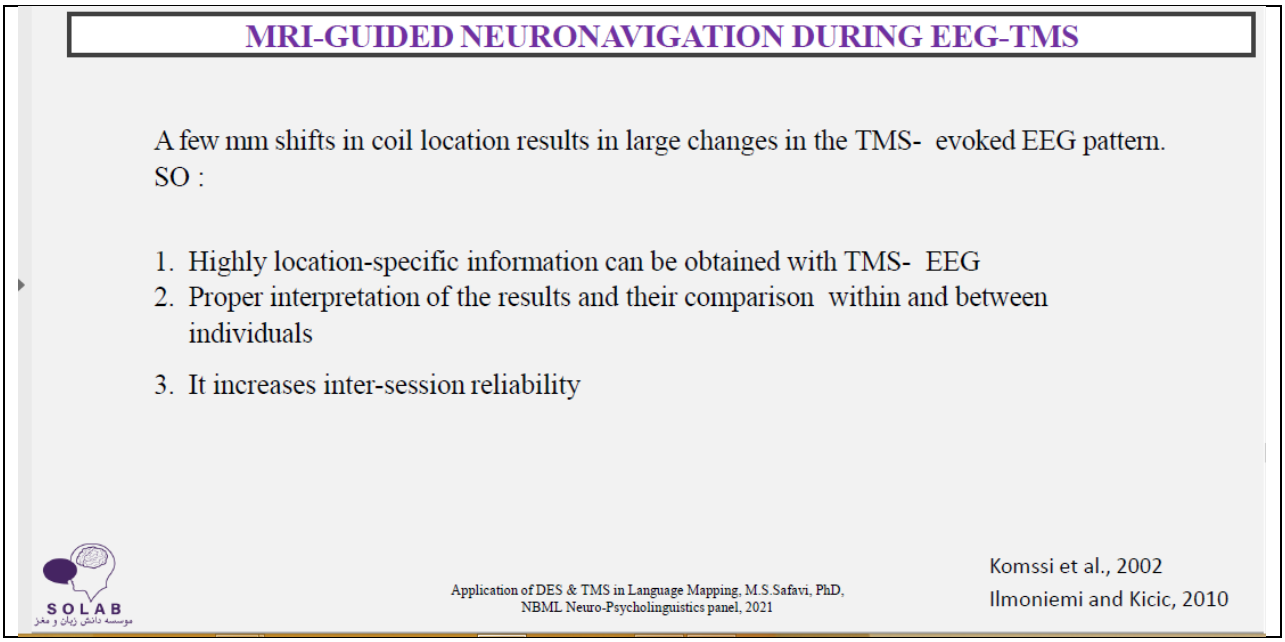
Ilmoniemi and Kicic, 2010

Thut and Pascual-Leone, 2010

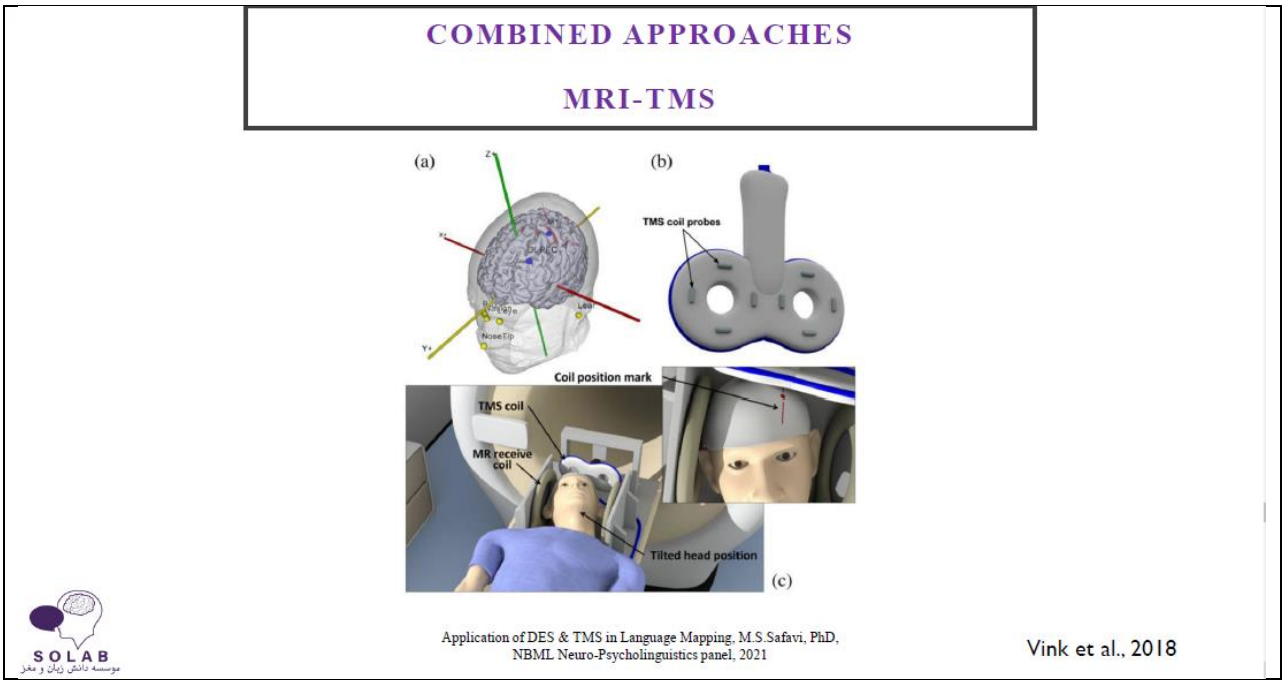
Application of DES & TMS in Language Mapping, M.S.Safavi, PhD,
NBML Neuro-Psycholinguistics panel, 2021

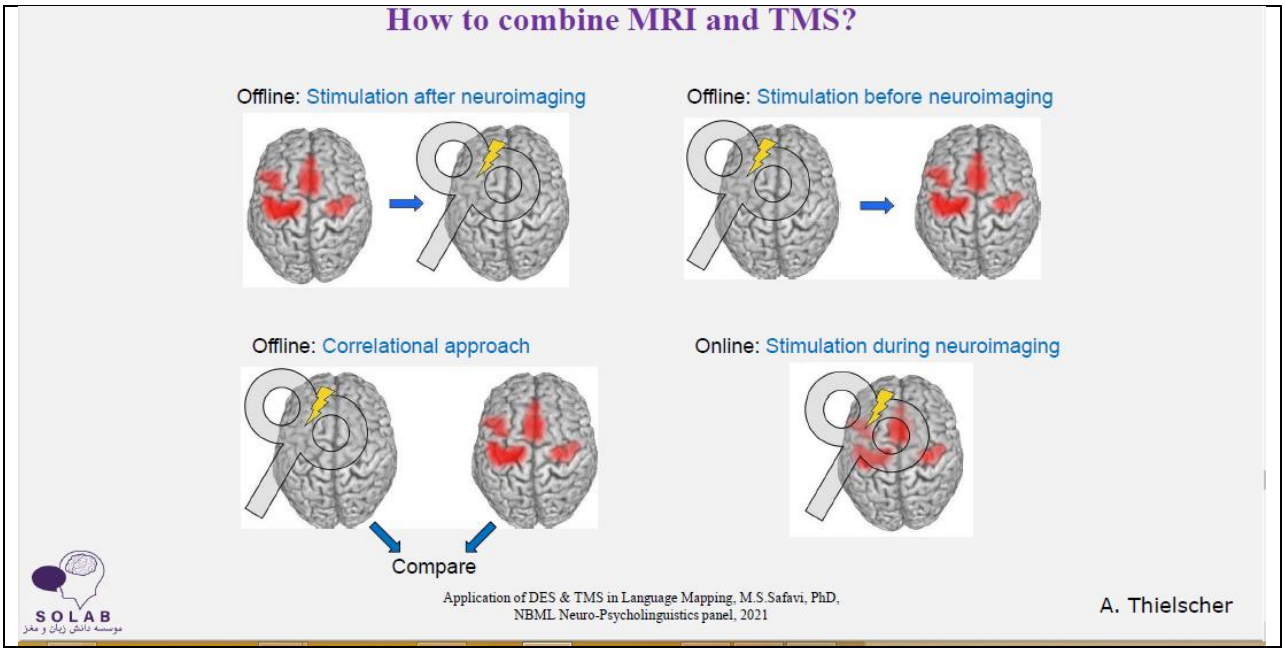


TMS-EEG محدودیت‌هایی دارد که برای رفع آن می‌توان از روشMRI-Guided Neuronavigation استفاده کرد.

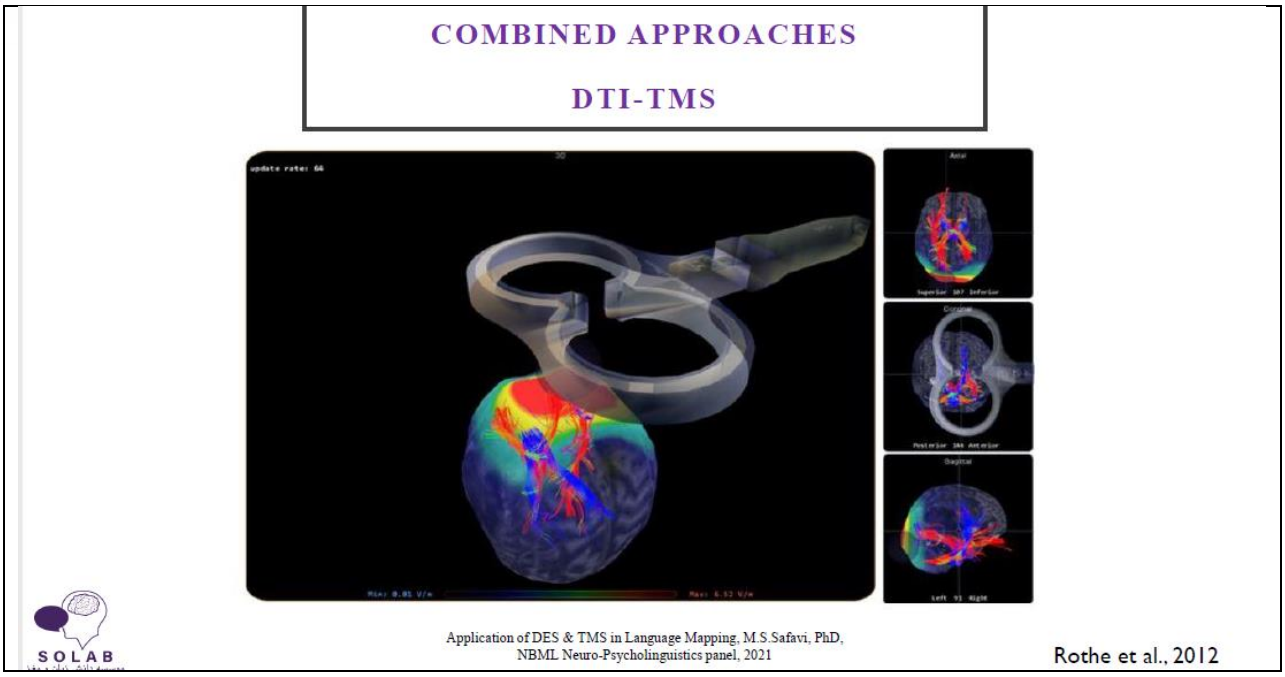


ترکیب MRI-TMS که می‌تواند به صورت همزمان یا غیرهمزمان باشد.



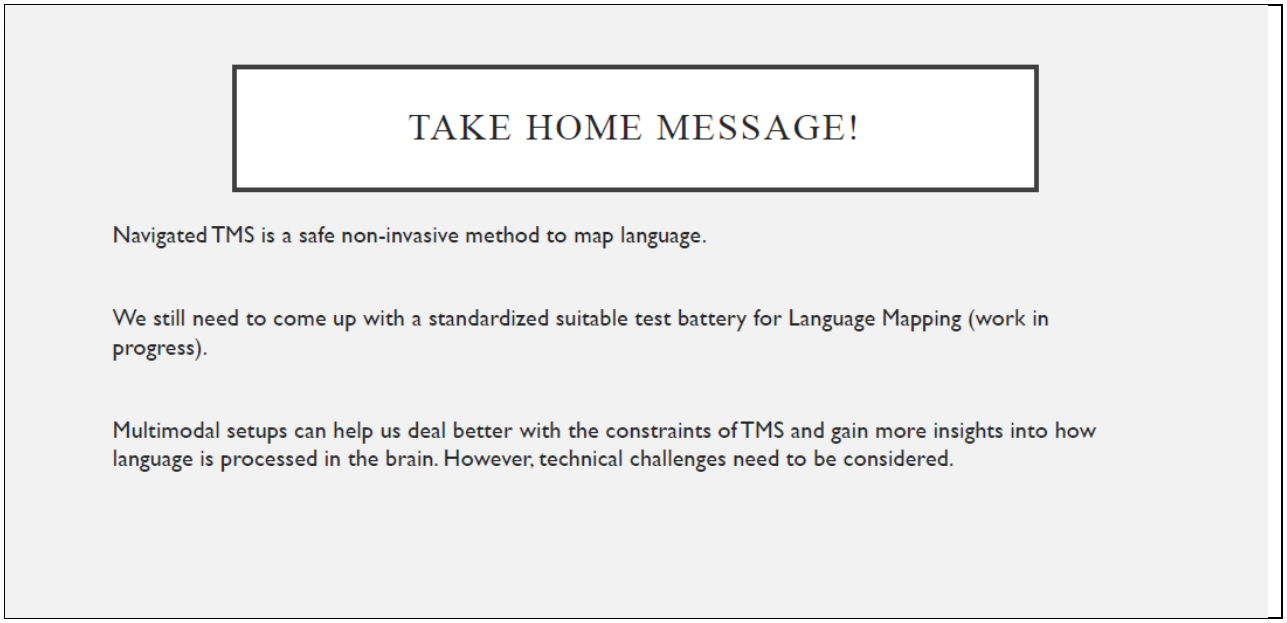


ترکیب DTI-TMS(Diffuison Tensor Imaging) DTI فیبرهای بخش مسیرهای زیرقشری را نشان می‌دهد که براساس اندازه‌گیری میزان انتشار آب در بافت مغز است.



نتیجه‌گیری:

روش TMS نه به عنوان روش جایگزین استاندارد طلایی بلکه به عنوان روشی مکمل می‌تواند اطلاعات جدیدی به عنوان یک روش منحصر به فرد نوروفیزیولوژیک در اختیارقرار دهد. اگر این روش با روش‌های دیگر ترکیب شود، می‌تواند اطلاعات عملکردی را نیز در اختیار قرار دهد.



منابع معرفی شده:

Ojemann, G., Ojeman, J., Lettich, E, and Berger, M(1989). ACortical Language Localization in left, dominant hemisphere: An Electrical Stimulation Mapping investigation in 117 patients. *Journal of Neurosurgery: Washington.71(3). 316-326*

Zubicaray, G., Schiller, N. (2019). The Oxford Handbook of neurolinguistics. NewYork: Oxford University Press.

De Witte E, Satoer D, Robert E, Colle H, Verheyen S, Visch-Brink E, Mariën P. The Dutch Linguistic Intraoperative Protocol: a valid linguistic approach to awake brain surgery. Brain Lang. 2015 Jan;140:35-48. doi: 10.1016/j.bandl.2014.10.011. Epub 2014 Dec 17. PMID: 25526520.

تهیهٔ گزارش: سپیده دمیرچی، دانشجوی دکتری علومشناختی-زبان‌شناسی دانشگاه تربیت مدرس