

**ORIGINAL ARTICLE****OPEN ACCESS****The Effect of Probiotic Dietary Supplementation on Ethanol-Induced White and Grey Matter Damage to the Brain in Male Wistar Rats**

**Hadis Soleimani**<sup>1</sup> PhD Candidate, **Ali Akbar Maleki Rad**<sup>2,3</sup> PhD, **Hamidreza Mohajerani**<sup>4\*</sup> PhD,  
**Parvaneh Jafari**<sup>1</sup> PhD, **Neda Akbari**<sup>1</sup> PhD

<sup>1</sup> Department of Biology, Faculty of Basic Sciences, Arak Branch, Islamic Azad University, Arak, Iran.

<sup>2</sup> Department of Biology & Psychology, Faculty of Basic Sciences, Payame Noor University, Tehran, Iran.

<sup>3</sup> Department of Toxicology & Diseases, Institute of Pharmaceutical Sciences (TIPS), Tehran, Iran.

<sup>4</sup> Applied Neuroscience Research Center, Islamic Azad University, Arak, Iran.

**ABSTRACT**

**AIMS:** Ethanol is a strong pro-oxidant that causes cellular oxidative stress and damage, and it has a disruptive effect on cognitive abilities that can be caused by tissue damage. In this study, the tissue effects of ethanol alone and along with probiotic consumption were investigated on parts of the gray and white matter of the brain that are located in the vicinity of the lateral ventricles.

**MATERIALS AND METHODS:** This experimental and case-control study was performed in the Physiology Research Laboratory of Islamic Azad University of Arak, Iran. 32 male wistar large rats (12 weeks) with an average weight of 250-300 grams were randomly divided into four groups of eight: (I) Negative control group: Mice were nasogastric tubed with only one milliliter of phosphate buffer, (II) Probiotic group:  $10^9$ cfu/ml lactobacillus casei were nasogastric tubed for two months, (III) ethanol receiving group: ethanol at a concentration of 2g/kg, injected intraperitoneally for 30 minutes daily, (IV): probiotic-ethanol group: initially probiotic  $10^9$ cfu/ml lactobacilli casei was nasogastric tubed for two months and ethanol injection at a concentration of 2g/kg was performed simultaneously in the last five days of the period. Histopathological study and analysis were performed using the H&E staining technique after sacrificing mice. Prism-GraphPad 9 software was used to analyze the data and charts. Groups were compared by one-side ANOVA and Tukey test was used to determine the differences between each group.

**FINDINGS:** The microscopic study showed observable pathological changes in the ethanol group ( $p<0.01$ ). This group showed the highest injury due to vasogenic edema with Virchow-Robin space tension, hydrostatic edema, central chromatolysis, ischemic neuronal injury, and glial cell accumulation compared to the negative control group ( $p<0.0001$ ). Tissue injury in the ethanol-probiotic group was 15 to 25% reduced compared to the ethanol group ( $p<0.01$ ). Healthy groups that receiving only probiotics had a healthy tissue pattern.

**CONCLUSION:** Probiotic supplement compensates for ethanol-induced tissue injury in the cortical and subcortical regions adjacent to the brainstem.

**KEYWORDS:** [Ethanol](#); [Brain](#); [Pathology](#); [Probiotics](#); [White matter](#)

**How to cite this article:**

Soleimani H, Maleki Rad AA, Mohajerani H, Jafari P, Akbari N. *The Effect of Probiotic Dietary Supplementation on Ethanol-Induced White and Grey Matter Damage to the Brain in Male Wistar Rats*. J Police Med. 2022;11(1):e23.

**\*Correspondence:**

Address: Ghaem Magham Farahani Complex,  
 Arak-Daneshgah Street, Arak, Iran.  
 Tel: +988632793072  
 Mail: [hr-mohajerani@iau-arak.ac.ir](mailto:hr-mohajerani@iau-arak.ac.ir)

**Article History:**

Received: 24/01/2022  
 Accepted: 06/06/2022  
 ePublished: 23/07/2022

## Introduction

Ethanol is a very strong pro-oxidant that causes cellular oxidative damage, and most of its dangerous effects are attributed to acetaldehyde [1]. ... [2, 3]. Alcohol addiction is usually one of the most challenging cases that traffic police and police headquarter deal with. Many criminal behaviors occur while intoxicated [4]. ... [5]. Evidence shows that ethanol exerts its effects on the nervous system by direct or indirect effects on various neurotransmitter systems, especially acetylcholine, dopamine, Gabapentin, glutamate, and amino acid neurotransmitters [6]. ... [7-9]. Probiotics are live microorganisms that prevent several harmful effects of neurodegeneration such as neurotransmitter depletion, chronic inflammation, oxidative stress, and programmed cell death [10]. Research findings show that the effect of probiotics on improving memory in behavioral tests and its prescription does not affect synaptic activity [11]. Also, the significance of the predictive power of probiotic consumption to reduce depression does not apply to anxiety [12].

## Aim (s)

The present study was designed to investigate the variant effect of probiotics as a food supplement, which is effective in improving neural activities in previous studies [10], on white and gray matter damage caused by ethanol in the brain of male rats.

## Research Type

This is an experimental and case-control study.

## Research Society & Place

Male Wistar rats were used in this study, which was conducted in the Physiology Research Laboratory of Arak, Iran Islamic Azad University.

## Sampling Method & Number

The sample size was based on the formula for determining the number of samples in case-control experimental studies, and 32 adult mice (12 weeks) with an average weight of 250-300 grams were selected. The samples were randomly divided into four groups of eight. 1) Negative control group in which mice were gavaged with only one milliliter of phosphate buffer for two months. 2) Probiotic group in which *Lactobacillus casei* with a concentration of  $10^9$  cfu/ml was gavaged for two months. 3) In the group receiving ethanol that one milliliter of phosphate buffer was gavaged for two months and ethanol (2g/kg) was injected intraperitoneally every day during the last five days of the period. 4) Probiotic-ethanol group, which

was initially gavage with *Lactobacillus casei* with a concentration of  $10^9$  cfu/ml for two months, and ethanol injection was performed simultaneously on the last five days of the probiotic gavage period.

## Used Devices & Materials

The tool used in this research was a histological and tissue staining set. The probiotics used in this study were prepared by a biotechnology company (Takgene- group) and were guaranteed to contain at least 1 CFU/ml  $\times 10^9$  *Lactobacillus casei*.

## Methods

All groups were intervened at the same time (at eight o'clock in the morning every day) on all days for two months so that groups (I) and (III) received phosphate buffer and groups (II) and (IV) received probiotics. In addition, in groups (III) and (IV), ethanol was injected every day on the same day in the last five days of this period. In all groups, at 20:00 on the last day of the intervention, the animals were anesthetized and sacrificed, and subjected to histopathological study. To perform histological studies in the target areas, cardiac perfusion was performed after half of the animals in each group were anesthetized with a mixture of ketamine hydrochloride (50mg/kg) and xylazine (5mg/kg). After the completion of perfusion, the brain was carefully removed from the skull, and after removing the brain, it was placed in containers containing 10% formalin to fix the sample. Then the sample was cut and the prepared cut was placed inside the cassette or basket and the lid was closed and placed inside the special basket of the PROCESSOR device. The time was set to be 18 hours in the machine to fix the sample, dehydrate and clarify. This device included 12 containers, two formalin, six alcohol 50-100, and two xylol containers, and finally, two containers containing 60-degree paraffin (because paraffin hardens the sample at a temperature above 65 degrees and a temperature lower than 60 not melt grade). After the PROCESSOR finished working, the samples were removed from the machine and the blocking process started. At first, the containers intended for pouring paraffin were placed on the HOT PLATE device to heat the containers and bring them to the same temperature as the sample. Then, using a DISPENSER device, paraffin was poured into metal containers. The lid of the cassettes was opened and with the help of tweezers we put the sample in the container containing paraffin and the lid was closed. In this way, the blocks were prepared and ready to be cut. Sectioning of brain tissues containing black and white brain matter around the lateral ventricles was done according to the Paxinos and Watson atlas. The samples

were cut using a microtome. After preparing the main cut, we put it in a hot water bath and removed it from the surface of the water using a slide. Then, the slide containing the section of the desired sample was placed in a special basket for staining. In the next step, we first put the slides in a 100-degree oven for 15 to 20 minutes to melt the excess paraffin and remove it from the sample. In the next step, we placed the samples in Xylenol to completely remove the excess paraffin from the samples (deparaffinization step). Then the samples were dried and placed in 70% alcohol for six minutes. In the next step, washing with distilled water was done, then they were placed in hematoxylin dye for 6 minutes. Then washing was done and in the next step, it was placed in eosin dye for 6 minutes. Then washing was done and then it was placed in 70% alcohol and then 90% alcohol thus the slides were prepared and microscopic images were taken with an optical microscope (Japan Olympus-BH2) and pathological markers were observed under the optical microscope.

### Ethical Permissions

The method of this research was approved by the Medical Ethics Committee of Arak, Iran Azad University with code IR.IAU.ARAK.REC.1399.009.

### Statistical Analysis

The analysis of the results was done based on the qualitative changes in the brain matters and the comparison of the sections of the experimental groups in terms of cell ischemia, vasogenic and hydrostatic parameters, and the typical microscopic slides were qualitatively compared.

To compare the matter sections in terms of the amount and type of lesions, the scoring method was used by including zero (no damage) to four (maximum damage) and calculating the average damage in each group. Prism-GraphPad 9 software was used to analyze data and draw graphs. The comparison of groups was done with a one-way analysis of variance. Tukey's post-test was also used to determine the difference between each group.  $p$  value  $<0.05$  was considered as the criterion of the significance level of difference between groups.

### Finding By Text

Microscopic examinations in the group receiving pure ethanol showed numerous pathological changes. Vasogenic edema, which could be seen with the strong expansion of the Virchow-Robin spaces as shown in [Figure 1](#), this pathological change was caused by the effects of ethanol in the blood/brain barrier, and by increasing the intracranial pressure and reducing the blood supply to the neuronal cells, which are very sensitive to lack of oxygen and it leads to Cell damage changes. The difference between experimental groups in terms of vasogenic edema was significant ([Figure 1](#)); So the ethanol group showed the most damage compared to the negative control group ( $p<0.0001$ ), while probiotic consumption reduced this damage compared to the ethanol group ( $p<0.01$ ). Hydrostatic edema, which occurred due to the inflammation of nerve tissue and the blockage of the flow of cerebrospinal fluid in the cerebral ventricles, was visible as edema in the periphery of the cerebral ventricles ([Figure 1](#)).

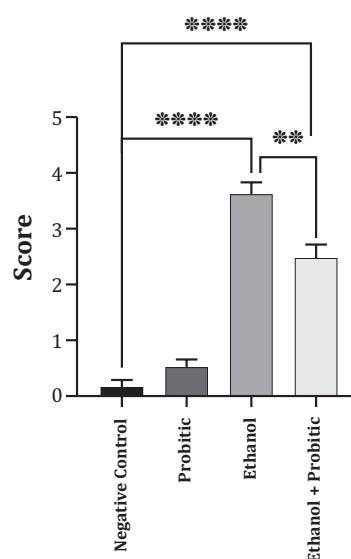


Chart 1) Comparison between experimental groups in terms of vasogenic with each other. The ethanol group showed the highest damage compared to the negative control group ( $P<0.0001$ ), probiotic consumption did not reduce this difference but reduced this damage compared to the ethanol group ( $P<0.01$ ). Score shows the amount of waste observed in each sample.

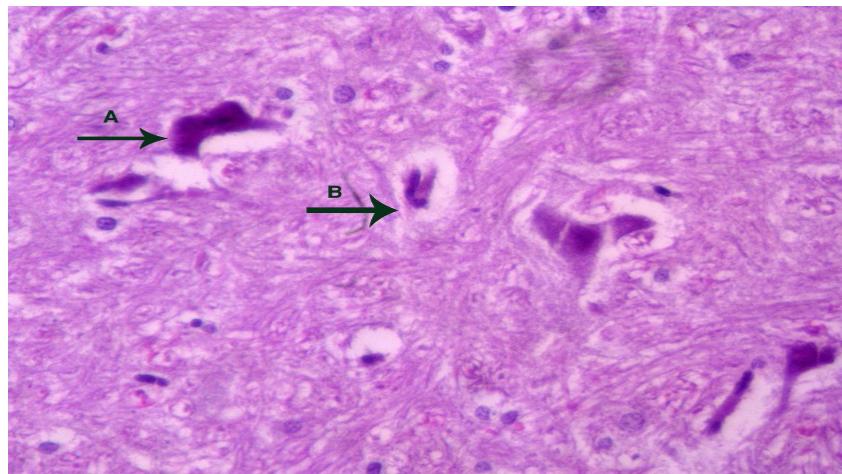


Figure 1) Brain tissue of the healthy control group in which the cells of the nerve tissue have a healthy pattern.

Also, the statistical comparison showed a significant difference between the ethanol group and the negative control group in terms of this injury ( $p<0.0001$ ). Probiotic was able to reduce the significant difference in the damage caused by ethanol with the negative control group ( $p<0.0001$ ). The results of this statistical comparison are shown in [chart 2](#). Central chromatolysis in brain neurons was visible in the form of cell swelling, moving the nucleus to the cell periphery, and scattering of Nissl bodies ([Figure 1](#)). Neuronal ischemic damage was caused by

blood supply disruption and caused a significant difference in this respect between the ethanol group and the negative control group ( $p<0.0001$ ), although the use of probiotics along with ethanol could not compensate for this damage compared to the negative control group. But it caused a significant decrease in this regard compared to the ethanol group ( $p<0.01$ ) ([Chart 3](#)).

In these pathological changes, the neuronal cells were shriveled in a triangular shape with pyknosis nuclei that lost their central polarity in the cell cytoplasm (Figures 1 and 2).

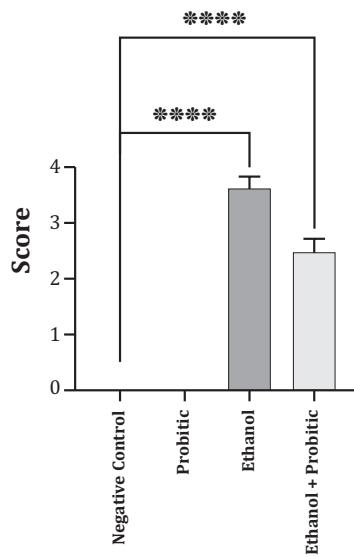


Chart 2)- Statistical comparison of hydrostatic edema between experimental groups. The ethanol group showed a significant difference in terms of this damage compared to the negative control group ( $P<0.0001$ ). Probiotics were able to reduce this significant difference in ethanol-induced damage with some negative control group ( $P<0.001$ ). Score shows the amount of waste observed in each sample.

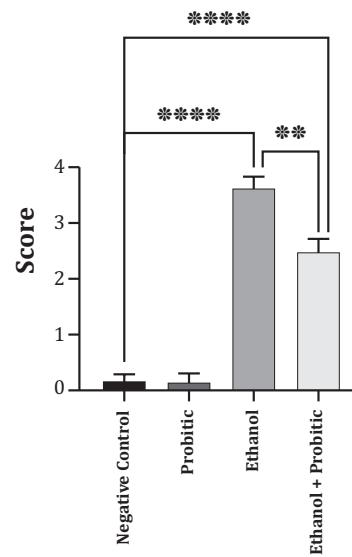


Chart 3) Comparison of cellular ischemia between different experimental groups. Ethanol use caused a significant difference in terms of this damage between the ethanol and negative control groups ( $P<0.0001$ ). But ethanol group had a significant decrease in this regard ( $P<0.01$ ). The score indicates the amount of waste observed in each sample.

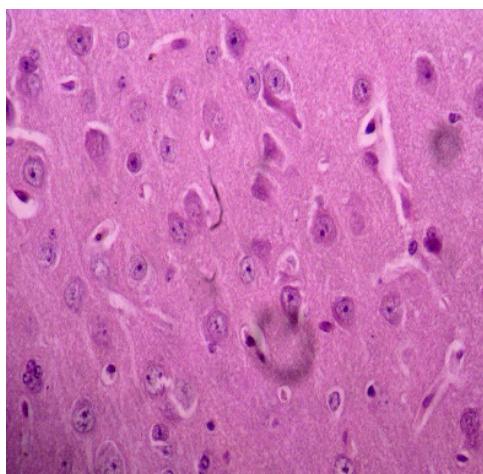


Figure 2) Ischemic cells undergo necrosis. Vasogenic edema is evident and indicated by the arrow (magnification 40%). Severe hydrostatic swelling is visible at the margins of the brain ventricles (magnification 20%).

Following the spread of nerve tissue damage, the accumulation of glial cells was another pathological finding that indicated the extreme damage of nerve tissue under the influence of pure ethanol (Figure 3). In the group receiving ethanol along with probiotics, the changes were reduced by 15-25% compared to the group receiving pure ethanol, and the healthy groups and only probiotics had a healthy tissue pattern (Figure 4).

#### Main Comparison To The Similar Studies

The healing effects of the probiotic on brain tissue are likely due to its ability to protect against ethanol-induced cellular damage and oxidative stress [13]. The difference between the ethanol and probiotic-ethanol groups may be due to the changes that ethanol has made in the brain tissue, especially around the lateral ventricles. Ethanol has led to cell damage by increasing intracranial pressure and reducing blood flow to hypoxia-sensitive nerve cells. Ischemic neuron damage is caused by blood flow disorder. The formation of

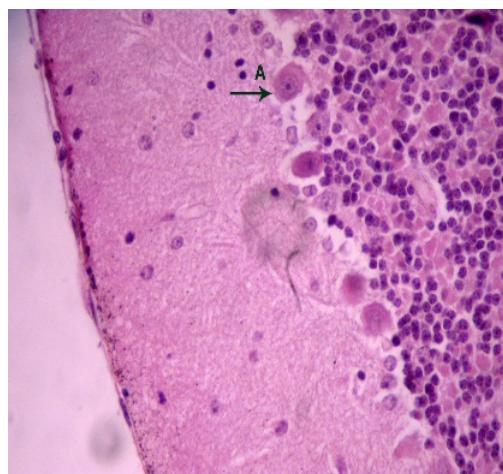


Figure 3) In the ethanol-probiotic group, the changes decreased by about 20% compared to the ethanol group

significant amounts of brain acetaldehyde in vivo after ethanol consumption and its mechanism is not clearly defined, although catalase is a promising candidate [14]. Dendritic and synaptic changes have been documented in alcoholics, which receptor and transmitter changes, may explain the functional changes and cognitive deficits that result from more strong structural changes [15]. Based on the review of valid databases, this is probably the first study that investigated the effect of probiotics on the above tissue parameters in the acute ethanol administration model and based on the authors' review, there was no similar research to compare the results. But it is possible to analyze the effect of probiotics on the side effects of ethanol that indirectly lead to tissue changes in the brain. ... [16]. Probiotics reduce oxidative stress in alcohol-fed rodents. There is a possibility that this may be due in part to reduced CYP2E1 expression, another study showed that this finding may be the result of the healing of intestinal dysbiosis caused by alcohol (and oxidative stress), as it has been shown the case for probiotics and *LactobacillusGG* [17]. ... [18-24].

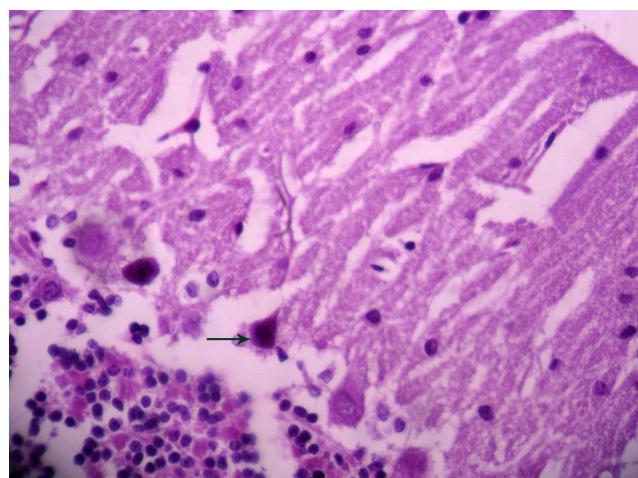


Figure 4) Microscopic view of brain tissue of ethanol-probiotic group. Hematoxylin/eosin staining and 40% magnification.

### Suggestions

It is suggested to investigate the effect of nutritional supplements of other valuable probiotic strains on brain damage caused by ethanol. Also, the effect of the probiotic and prebiotic combination on brain poisoning caused by ethanol and other models of brain poisoning are studied.

### Limitations

The limitations of the current research were mainly related to the unavailability of the studied probiotics. Also, due to the time limitation in the use of laboratory facilities, only the model of acute poisoning caused by ethanol was investigated.

### Conclusions

Acute ethanol injection can cause visible pathological changes in the brain tissue, including vasogenic edema with strong expansion of the Virchow-Robin space, hydrostatic edema caused by (swelling or inflammation?) of nerve tissue, and (obstruction or blockage?) of cerebrospinal fluid flow in cerebral ventricles, central chromatolysis and ischemic neuronal damage. It follows disruption in blood supply and the accumulation of glial cells. A probiotic supplement can compensate for the tissue damage caused by ethanol in cortical and subcortical areas adjacent to cerebral ventricles. It appears that probiotics can exert their preventive pathways against alcohol toxicity through biochemical and microflora changes that improve brain tissue.

### Clinical & Practical Tips in Police Medicine

The use of ethanol causes damage to the white and gray matter of the brain and it is necessary to apply controls against its abuse. The consumption of probiotic food supplements in people under observation or control who suffered from ethanol abuse for any reason can have a compensatory and reducing effect on the damage of white and gray matter in the brain caused by it.

### Acknowledgment

The researchers of this study thank TAKGENE Bio Company for providing probiotics in this research.

### Conflict of Interest

The authors of the article state that there is no conflict of interest.

### Funding Sources

This study was supported as a doctoral thesis by Arak, Iran Islamic Azad University.



## نشریه طب انتظامی

۶ دسترسی آزاد

مقاله اصیل

### اثر مصرف مکمل غذایی پروبیوتیک بر آسیب ماده سفید و خاکستری مغز ناشی از اتانول در موش‌های صحرایی نر نژاد ویستار

حیدث سلیمانی<sup>۱</sup>, علی‌اکبر ملکی‌راد<sup>۲\*</sup>, PhD Candidate, PhD Candidate<sup>۳\*</sup>, حمیدرضا مهاجرانی<sup>۴</sup>, PhD<sup>۴</sup>, پروانه جعفری<sup>۱</sup>, ندا اکبری<sup>۱</sup>

<sup>۱</sup> گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم پایه، واحد اراک، دانشگاه آزاد اسلامی، اراک، ایران.

<sup>۲</sup> گروه زیست‌شناسی و روان‌شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران.

<sup>۳</sup> گروه سمسانی و بیماری‌ها، انسینتوی علوم دارویی (TIPS)، تهران، ایران.

<sup>۴</sup> مرکز تحقیقات علوم اعصاب کاربردی، دانشگاه آزاد اسلامی، اراک، ایران.

#### چکیده

**اهداف:** اتانول یک پیش‌اکسیدان قوی است که باعث استرس و آسیب اکسیداتیو سلولی می‌شود و دارای اثر مختل‌کننده توانایی‌های شناختی است که می‌تواند ناشی از آسیب بافتی باشد. در این مطالعه، اثرات بافتی اتانول به تنها یی و همراه با مصرف پروبیوتیک بر بخش‌هایی از ماده خاکستری و سفید مغز که در مجاورت بطن‌های جانبی قرار دارند، مورد بررسی قرار گرفت.

**مواد و روش‌ها:** این مطالعه تجربی و به مورد-شاهدی در آزمایشگاه تحقیقات فیزیولوژی دانشگاه آزاد اسلامی اراک انجام شد. ۳۲ موش صحرایی نر نژاد ویستار بزرگسال (۱۲ هفته) با وزن متوسط ۲۵۰-۳۰۰ گرم، به صورت تصادفی به چهار گروه هشت‌تایی تقسیم شدند: (I) گروه کنترل منفی: موش‌ها فقط با یک میلی‌لیتر بافر فسفات گاواز شدند، (II) گروه پروبیوتیک: توسط ۱۰ ۹ cfu/ml ۱۰ لакتوباسیلوس کاژئی به مدت دو ماه گاواز شدند، (III) گروه دریافت‌کننده اتانول: اتانول با غلظت دو گرم در کیلوگرم، روزانه ۳۰ دقیقه به روش داخل صفاقی تزریق شد، (IV): گروه پروبیوتیک-اتانول: در ابتدا پروبیوتیک ۱۰ ۹ cfu/ml ۱۰ لакتوباسیلوس کاژئی به مدت دو ماه گاواز شد و تزریق اتانول با غلظت دو گرم در کیلوگرم در پنج روز آخر دوره، همزمان انجام شد. مطالعه هیستوپاتولوژیک و تجزیه و تحلیل آن با استفاده از تکنیک رنگ‌آمیزی H&E پس از قربانی‌شدن موش‌ها آنجام شد. جهت تحلیل داده‌ها و ترسیم نمودارها از نرم افزار Prism-GraphPad ۶ استفاده شد. مقایسه گروه‌ها با آزمون آماری آنالیزهای واریانس یک طرفه انجام شد و از پس‌آزمون توکی (Tukey test) جهت تعیین تفاوت بین هر یک از گروه‌ها با یکدیگر نیز استفاده شد.

**یافته‌ها:** مطالعه میکروسکوپی تغییرات پاتولوژیک قابل مشاهده در گروه اتانول را نشان داد ( $p < 0.01$ ). این گروه بیشترین آسیب ناشی از ادم واژنیک همراه با کشش فضای ویرشورابین، ادم هیدروستاتیک، کروماتولیز مرکزی، آسیب ایسکمیک نورونی و و تجمع سلول‌های گلیالی را در مقایسه با گروه کنترل منفی نشان داد ( $p < 0.0001$ ). در گروه اتانول-پروبیوتیک، آسیب‌های بافتی، ۱۵ الی ۲۵ درصد نسبت به گروه اتانول کاهش داشت ( $p < 0.01$ ). گروه‌های سالم و تنها دریافت‌کننده ماده پروبیوتیک از یک الگوی سالم بافتی بخوردار بودند.

**نتیجه‌گیری:** مکمل پروبیوتیک آسیب بافتی ناشی از اتانول درنواحی قشری و نیز زیرقشری مجاور بطن‌های مغزی را جبران می‌کند.

**کلیدواژه‌ها:** اتانول، مغز، پاتولوژی، پروبیوتیک، ماده سفید مغز

تاریخچه مقاله:

دربافت: ۱۴۰۰/۱۱/۰۴  
پذیرش: ۱۴۰۱/۰۳/۱۶  
انتشار: ۱۴۰۱/۰۵/۰۱

نویسنده مسئول\*

آدرس پستی: اراک، خیابان دانشگاه، مجتمع قائم مقام فراهانی.  
تلفن: ۰۸۶۲۲۷۹۳۰۷۲  
پست الکترونیکی: [hr-mohajerani@iau-arak.ac.ir](mailto:hr-mohajerani@iau-arak.ac.ir)

نحوه استناد به مقاله:

Soleimani H, Maleki Rad AA, Mohajerani H, Jafari P, Akbari N. *The Effect of Probiotic Dietary Supplementation on Ethanol-Induced White and Grey Matter Damage to the Brain in Male Wistar Rats*. J Police Med. 2022;11(1):e23.

هستند. پروبیوتیک‌ها از تعدادی از اثرات مضر تحلیل رفتن سیستم عصبی نظیر کاهش سطح نوروترانسミتر، التهاب‌های مزمن، استرس اکسیدانیو و مرگ برنامه‌ریزی شده سلول جلوگیری می‌کنند [۱۰]. یافته‌های تحقیقی در زمینه اثر مکمل پروبیوتیک به صورت گوازه بر اختلال یادگیری و حافظه در حیوانات دریافت‌کننده اتانول بیانگر این بود که علیرغم اثر پروبیوتیک بر بهبود حافظه در آزمایشات رفتاری، تجویز آن اثری بر فعالیت سینپاتیک ندارد [۱۱]. نتایج حاصل از مطالعه‌ای در زمینه اثر مصرف پروبیوتیک بر اختلالات روانی افسردگی و اضطراب نشان می‌دهد که رابطه معناداری هرچند ضعیف بین مصرف پروبیوتیک با بهبود افسردگی و اضطراب وجود دارد. با وجود معناداری قدرت پیش‌بینی کنندگی بر اساس مصرف پروبیوتیک‌ها برای کاهش افسردگی، این موضوع در مورد اضطراب صدق نکرد و این رابطه از نظر آماری معنادار نبوده و نتیجه‌گیری شده است که مصرف پروبیوتیک‌ها احتمالاً دارای اثرات مفید در ارتباط با افسردگی و اضطراب است. هرچند در مورد اثرات پروبیوتیک‌ها در پیشگیری و درمان بیماری‌های مختلف عمومی از جمله بیماری‌های گوارشی، پژوهش‌ها و کارآزمایی‌های بالینی بسیاری انجام شده است، ولی تنها مطالعات محدودی اثرات آنها را بر بیماری‌های روان‌شناختی مورد بررسی قرار داده‌اند. این مطالعات در مورد اثر پروبیوتیک‌ها بر مغز هنوز در ابتدای راه هستند و برای تعیین کارایی، غلظت مؤثر، مدت زمان لازم برای اثرگذاری بافتی سویه‌های مختلف پروبیوتیک‌ها، نیاز به مطالعات بیشتری است [۱۲]. تاکنون، مطالعه‌ای که اثرات بافتی مصرف پروبیوتیک را در مدل مسمومیت مغزی با اتانول، مورد بررسی قرار داده باشد، صورت نگرفته است. از این‌رو مطالعه حاضر جهت بررسی اثر سویه‌ای پروبیوتیک‌ها به عنوان مکمل غذایی، که مؤثربودن آن بر بهبود فعالیت‌های عصبی در مطالعات گذشته نشان داده شده است [۱۰]، برآسیب بافتی ناشی از اتانول در ماده سفید و خاکستری مغز موش‌های صحرایی نر، طراحی شد.

## مواد و روش‌ها

این مطالعه تجربی و مورد-شاهدی در آزمایشگاه تحقیقات فیزیولوژی دانشگاه آزاد اسلامی اراک انجام شد. در این مطالعه، از ۳۲ موش صحرایی نر نژاد ویستار بزرگسال (۱۲ هفته) با وزن متوسط ۲۵۰-۳۰۰ گرم استفاده شد. برآورد حجم نمونه بر اساس فرمول تعیین تعداد نمونه در مطالعات تجربی از نوع مورد-شاهدی انجام گرفت. موش‌ها در دمای ۲۲±۲ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند و حدود ۴۵ درصد رطوبت و روشنایی/تاریکی ۱۲-۱۲ (ساعت) حفظ شد و دسترسی به آب و مواد غذایی استاندارد محدود نشد. ابزار مورد استفاده در این تحقیق، سست بافت‌شناسی و رنگ‌آمیزی بافتی بود. پروبیوتیک‌های مورد استفاده در این مطالعه توسط یک شرکت زیست‌فناور (Takgene-)

## مقدمه

اتانول یک پیش‌اکسیدان بسیار قوی است که باعث آسیب اکسیداتیو سلولی می‌شود و بیشتر اثرات خطرناک آن به استالدئید نسبت داده می‌شود [۱]. متابولیسم و سمزدایی با یک سری واکنش‌های اکسیداسیون، با اکسیداسیون برگشت‌پذیر اتانول به استالدئید توسط الکل دهیدروژناز (ADH)، CYP2E1 و کاتالاز آغاز می‌شود. میزان متابولیسم اتانول در تعیین سمتی آن حیاتی است، زیرا متابولیت الکل استالدئید بسیار سمتی است [۲]. الکل می‌تواند مسیرهای سیگنالینگ داخل‌سلولی را تحریک کند که باعث القای سیتوکین‌های پیش‌التهابی و در نهایت مرگ سلولی می‌شود. این تحریک ممکن است از طریق افزایش سطح اندوستاتین انجام شود. اتانول ممکن است از طریق کاهش بیان VEGF باعث آسیب معده شود [۳].

اعتیاد به الکل معمولاً یکی از پرچالش‌ترین مواردی است که پلیس راهور و سایر بخش‌های نیروی انتظامی با آن روبه‌رو هستند. بسیاری از رفتارهای مجرمانه در حین وضعیت مستر رخ می‌دهند [۴]. آسیب مغزی بر اثر مصرف الکل می‌تواند به طور مستقیم یا غیرمستقیم ناشی از عوارض مصرف الکل باشد. سوءتغذیه حاصل از مصرف الکل هم سبب می‌شود که حدود ۸۰ درصد الکل‌ها دچار کمبود ویتامین B1 شوند. اتانول تأثیر مخربی در یادگیری و حافظه فضایی دارد که به ساختار بخش‌های مختلف مغز از جمله لوب گیگاگاهی (هیپوکامپ)، آهیانه و پیشانی وابسته است. اتانول از نوروزن هیپوکامپ و فعالیت عصبی در مغز جلوگیری می‌کند [۵].

شواهد موجود نشان می‌دهند که اتانول اثرات خود روی سیستم عصبی را با تأثیر مستقیم یا غیرمستقیمی که روی سیستم‌های نوروترانسミتری مختلف به ویژه استیل کولین، دوپامین، گابا، گلوتامات و به طور کلی نوروترانسپرس‌های آمینواسیدی می‌گذارد، اعمال می‌نماید [۶]. تغییرهای نوروپاتیک در افراد تشخیص داده شده با زوال عقل الکلی، شامل آنروفی قشر مغز، از دست دادن نورون‌های قشر مغز و بزرگی بطن‌های جانبی است [۷]. به طور معمول، تخریب و دمیلینه شدن آکسون، احتمالاً به علت اثر نوروتوكسیک اتانول بر اعصاب است. همچنین مصرف الکل با افزایش خطر سکته مغزی و خونریزی ساب آراکنوئید همراه است [۸]. شواهد نشان می‌دهد که متابولیسم اتانول و سیگنالینگ سلولی ناشی از استالدئید در اختلال عملکرد سد روده ناشی از اتانول نقش دارند. ارتباط مجازی گوارشی با سیستم عصبی مرکزی از طریق محور مغز‌روده عاملی برای توسعه و نگهداری اعصاب است. میکروبیوتیک‌ای روده می‌تواند از طریق محور مغز‌روده موجب بهبود اختلالات عصبی مانند اوتیسم، پارکینسون و آلزایمر شوند [۹].

پروبیوتیک‌ها میکروارگانیسم‌های زنده‌ای هستند که وقتی به مقدار کافی تجویز شوند، برای میزبان مفید

شده بودند، بر روی دستگاه HOT PLATE قرار داده شدند تا ظرف‌ها گرم شوند و با نمونه هم دما شوند. سپس با استفاده از دستگاه DISPENSER پارافین درون ظرف‌های فلزی ریخته شد. درب کاست‌ها باز شد و نمونه را با کمک پنس درون ظرف حاوی پارافین گذاشتیم و درب آنها بسته شد. بدین ترتیب بلوك‌ها تهیه شدند و آماده برش‌گیری شدند. برش‌گیری از ناحیه بافت‌های مغزی حاوی ماده سیاه و سفید مغزی اطراف بطن‌های جانبی طبق اطلس پاکسینوس و واتسون صورت گرفت. نمونه با استفاده از دستگاه میکروتوم برش‌گیری شدند. پس از تهیه برش اصلی، آن را درون حمام آب گرم گذاشتیم و با استفاده از لام از سطح آب برداشته شدند. سپس لام حاوی برش نمونه مورد نظر، درون سبد مخصوص رنگ‌آمیزی قرار داده شد. در مرحله بعد، ابتدا لام‌ها درون فور ۱۰۰ درجه به مدت ۱۵ تا ۲۰ دقیقه گذاشتیم تا پارافین اضافی آن ذوب شود و از نمونه خارج شود. در مرحله بعد، نمونه‌ها را درون گزیلول گذاشتیم تا پارافین اضافی به طور کامل از نمونه‌ها خارج شود (مرحله پارافین‌زدایی). سپس نمونه‌ها خشک شدند و درون الکل ۷۰ درصد به مدت شش دقیقه قرار داده شدند. در مرحله بعد، شستشو با آب مقطر انجام شد، سپس در رنگ هماتوکسیلین به مدت ۶ دقیقه قرار داده شدند. سپس شستشو انجام شد و در مرحله بعد، به مدت ۶ دقیقه در رنگ ائوزین انجام شد. سپس شستشو انجام شد و بعد در الکل ۷۰ درصد و سپس الکل ۹۰ درصد گذاشته شد و بدین ترتیب لام‌ها تهیه شدند و تصویربرداری‌های میکروسکوپی با میکروسکوپ نوری (Japan Olympus-) (BH2) انجام و نشانگرهای آسیب‌شناسی در زیر میکروسکوپ نوری مشاهده شد.

**ملاحظات اخلاقی:** انجام کلیه پروتکل‌های آزمایشی، نگهداری و مراقبت از حیوانات آزمایشی مطابق با دستورالعمل‌های ملی بهداشت برای استفاده انسانی از حیوانات آزمایشگاهی بود و توسط کمیته اخلاق پزشکی دانشگاه آزاد اراک با کد ۱۳۹۹.۰۰۹.IR.IAU.ARACK.REC تأیید شد.

**تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها:** تجزیه و تحلیل نتایج، براساس تغییرات کیفی صورت گرفته در بافت‌های مغزی و مقایسه برش‌های بافتی گروه‌های آزمایشی از نظر پارامترهای ایسکمی سلولی، خیز واژوژنیک و خیز هیدرواستاتیک، انجام شد و لام‌های میکروسکوپی تیپیک از این نظر به صورت کیفی مقایسه شدند. برای مقایسه برش‌های بافتی از نظر میزان و نوع ضایعات، روش امتیازبندی (Scoring) با لاحظ کردن صفر (بدون آسیب) تا چهار (حداکثر آسیب) و محاسبه میانگین آسیب در هر گروه، مورد استفاده قرار گرفت. جهت تحلیل داده‌ها و ترسیم نمودارها از نرم‌افزار Prism-GraphPad ۹ استفاده شد. مقایسه گروه‌ها با آزمون آماری آنالیزواریانس یک‌طرفه انجام شد. همچنین از پس‌آزمون توکی

(zist  $10^9 \times 1 \text{ cfu/ml}$ ) تهیه شدند که به طور تضمین‌شده حاوی حداقل صورت تصادفی به چهار گروه هشت‌تایی تقسیم شدند. (I) گروه کنترل منفی (CTRL-): موش‌ها فقط با یک میلی‌لیتر بافر فسفات به مدت دو ماه گاواز شدند.

(II) گروه پروبیوتیک: لاکتوباسیلوس کازئی با غلظت  $10^3 \text{ cfu/ml}$  به مدت دو ماه گاواز شد.

(III) گروه دریافت‌کننده اتانول: یک میلی‌لیتر بافر فسفات به مدت دو ماه گاواز شده و اتانول (۲ گرم در کیلوگرم) در پنج روز آخر دوره، هر روز به صورت داخل صفاقی تزریق شد.

(VI) گروه پروبیوتیک-اتانول: در ابتدا لاکتوباسیلوس کازئی با غلظت  $10^3 \text{ cfu/ml}$  به مدت دو ماه گاواز شد و تزریق اتانول در پنج روز آخر دوره گاواز پروبیوتیک به طور همزمان انجام شد.

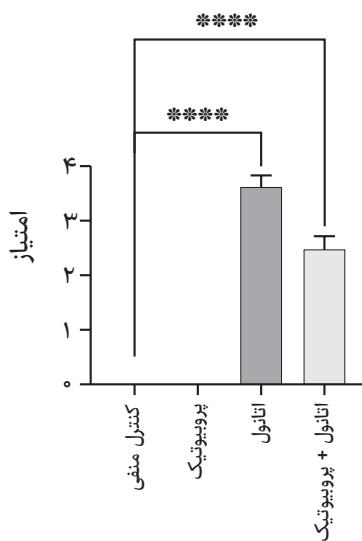
بنابراین تمامی گروه‌ها در تمام روزهای طول یک دوره دوماهه هم‌زمان با هم (ساعت هشت صبح هر روز) مورد مداخله قرار گرفتند، به طوری که گروه (I) و (III) با فرسفت و گروه‌های (II) و (IV) پروبیوتیک دریافت کردند. علاوه بر این، در گروه‌های (III) و (IV) اتانول در پنج روز آخر این دوره، هر روز در همان روز تزریق شد. در تمامی گروه‌ها ساعت ۲۰ آخرین روز مداخله، حیوانات بیهوش و قربانی شدند و تحت مطالعه هیستوپاتولوژیک قرار گرفتند.

برای انجام مطالعات بافت‌شناسی در نواحی مورد نظر، پس از اینکه نیمی از حیوانات هر گروه با مخلوطی از کتامین هیدروکلراید (۵۰ میلی‌گرم/کیلوگرم) و زایلزین (۵ میلی‌گرم/کیلوگرم) بیهوش شدند، پرفیوژن قلبی انجام شد. پس از اتمام پرفیوژن، مغز با دقت از جمجمه خارج شد و پس از خارج نمودن مغز درون ظرف‌های حاوی فرمالین ۱۰ درصد قرار داده شد تا نمونه فیکس شود. سپس نمونه برش داده شد و برش تهیه شده داخل کاست یا بسکت قرار داده شد و درب آن بسته و داخل سبد مخصوص دستگاه PROCESSOR گذاشته شد. زمان طوری تنظیم شد که ۱۸ ساعت داخل دستگاه باشد تا مراحل فیکس‌شدن نمونه، ۱۲ آبگیری و شفاف‌سازی صورت گیرد. این دستگاه شامل ۱۲ عدد ظرف بود، دو عدد فرمالین، شش عدد الکل ۵۰ تا ۱۰۰ و دو ظرف گزیلول و در آخر دو ظرف حاوی پارافین ۶ درجه بود (زیرا پارافین در دمای بالای ۶۵ درجه باعث سفت شدن نمونه می‌شود و در دمای پایین‌تر از ۶ درجه مذاب نیست).

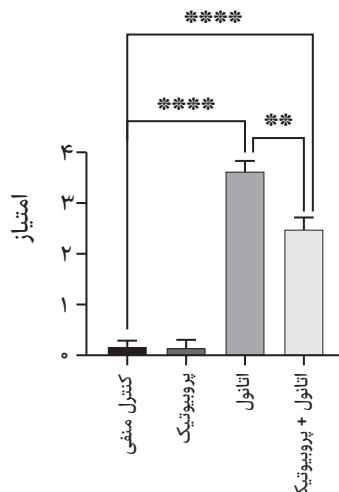
نمونه‌ها پس از اتمام کار دستگاه PROCESSOR از دستگاه خارج شدند و مراحل بلوك‌گیری شروع شد. در ابتدا ظرف‌هایی که برای ریختن پارافین در نظر گرفته

اثر مصرف مکمل غذایی پروبیوتیک بر آسیب ماده سفید و خاکستری مغز ناشی از اتانول در موش‌های صحرایی نر نژاد ویستار

مغزی رخ داد، به صورت ادم در حاشیه بطن‌های مغزی قابل مشاهده بود (شکل ۱). همچنین مقایسه آماری، تفاوت معنادار گروه اتانول در مقایسه با گروه کنترل منفی از نظر این آسیب را نشان داد ( $p<0.0001$ ). پروبیوتیک توانست تفاوت معنادار آسیب ناشی از اتانول را با گروه کنترل منفی، تاحدوی کاهش دهد ( $p<0.0001$ ). نتایج این مقایسه آماری در نمودار ۲ نشان داده شده است. کروماتولیز مرکزی در نورون‌های مغزی به شکل تورم سلولی، جایه‌جایی هسته به حاشیه سلول و پراکنده شدن اجسام نیسل قابل رویت بود (شکل ۱).



نمودار ۲) مقایسه آماری میزان ادم هیدروستاتیک بین گروه‌های آزمایشی آسیب ایسکمیک نورونی به دنبال اختلال در خونرسانی ایجاد گشت و موجب تفاوت معناداری از این نظر بین گروه اتانول و کنترل منفی شد ( $p<0.0001$ ), هرچند مصرف پروبیوتیک همراه اتانول، این آسیب را در مقایسه با گروه کنترل منفی نتوانست جبران کند، ولی در مقایسه با گروه اتانول به تنها‌ی باعث کاهش معناداری از این نظر شد ( $p<0.01$ ) (نمودار ۳). در این تغییرات پاتولوژیک،

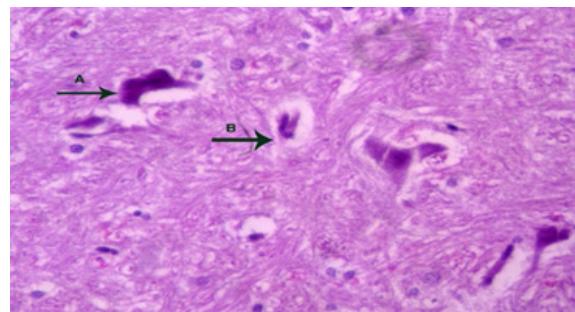


نمودار ۳) مقایسه ایسکمی سلولی بین گروه‌های مختلف آزمایشی

(Tukey test) جهت تعیین تفاوت بین هریک از گروه‌ها با یکدیگر استفاده گردید. مقدار  $p<0.05$  به عنوان ملاک سطح معناداری تفاوت بین گروه‌ها در نظر گرفته شد.

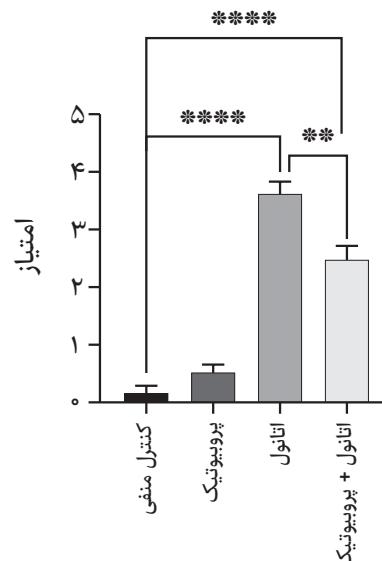
#### یافته‌ها

بررسی‌های ریزیینی در گروه دریافت‌کننده اتانول خالص تغییرات متعدد پاتولوژیک را نشان داد. ادم واژوژنیک که با اتساع شدید فضای ویرشواریین مطابق شکل ۱ قابل رویت بود، این تغییر پاتولوژیک به واسطه اثرات اتانول در سد خونی/مغزی صورت گرفت و با ایجاد افزایش فشار داخل مغزی و کاهش خونرسانی به سلول‌های بسیار حساس نورونی به کمبود اکسیژن منجر به ایجاد تغییرات آسیب سلولی گردید.



شکل ۱) بافت مغزی گروه کنترل سالم که در آن سلول‌های بافت عصبی الگوی سالم دارند. رنگ‌آمیزی هماتوکسیلین / افوزین و بزرگنمایی ۴۰٪

تفاوت بین گروه‌های آزمایشی از نظر ادم واژوژنیک با همیگر معنادار بود (نمودار ۱): به طوری که گروه اتانول بیشترین آسیب را در مقایسه با گروه کنترل منفی نشان داد ( $p<0.0001$ ), درحالی که مصرف پروبیوتیک باعث کاهش این آسیب البته در مقایسه با گروه اتانول شد ( $p<0.01$ ). ادم هیدروستاتیک که به واسطه تورم بافت عصبی و انسداد مسیر جریان مایع مغزی-نخاعی در بطن‌های



نمودار ۱) مقایسه بین گروه‌های آزمایشی از نظر ادم واژوژنیک با یکدیگر

ویستار بود. نتایج این مطالعه نشان داد که اتانول باعث آسیب‌های نکروتیک عصبی و نیز ایجاد خیز در فضای بین سلولی و همچنین سلول‌های گلیال شد. داده‌های حاضر نشان داد که استفاده از پروبیوتیک‌ها به‌طور قابل توجهی توانست، آسیب بافتی مغز را کاهش دهد.

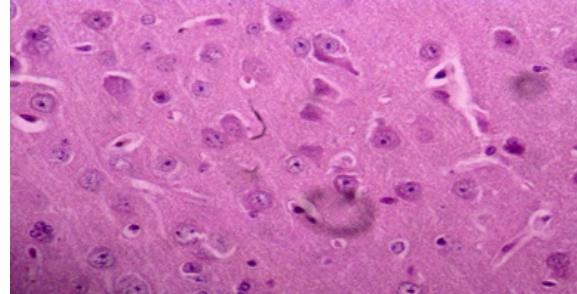
اثرات بهبودی پروبیوتیک بر روی بافت مغز احتمالاً به دلیل توانایی آن در محافظت در برابر آسیب سلولی و استرس اکسیداتیو ناشی از اتانول است. اتانول بر بسیاری از سیستم‌های انتقال‌دهنده عصبی تأثیر می‌گذارد، گیرنده‌های گلوتامات تحریکی را مهار می‌کند و گیرنده‌های بازدارنده گاما آمینو بوتیریک اسید (GABA) را تسهیل می‌کند [۱۳]. تفاوت بین گروه‌های اتانول و پروبیوتیک-اتانول، ممکن است به دلیل تغییراتی باشد که اتانول در بافت مغز به ویژه در اطراف بطن‌های جانبی ایجاد کرده است. با توجه به این تغییرات در مغز، واکنش به پروبیوتیک‌ها تغییرات پاتولوژیکی که احتمالاً توسط اتانول به دلیل تأثیر آن بر سد خون/مغز ایجاد شده را کاهش داده است. اتانول با افزایش فشار داخل مغزی و کاهش جریان خون به سلول‌های عصبی حساس به هیپوکسی، منجر به آسیب سلول شده است. آسیب نورون ایسکمیک به دلیل اختلال در جریان خون ایجاد می‌شود. تشکیل مقادیر قابل توجهی از استالدئید مغز در داخل بدن پس از مصرف اتانول و مکانیزم آن به وضوح مشخص نشده است، اگرچه کاتالاز یک کاندیدای امیدوارکننده است [۱۴].

تغییرات دندانیک و سیناپسی در افراد الکلی ثبت شده است که همراه با تغییرات گیرنده و فرستنده، ممکن است تغییرات عملکردی و نقایص شناختی را که ناشی از تغییرات ساختاری شدیدتر است، توضیح دهد [۱۵]. بر اساس بررسی بانک‌های اطلاعاتی معتبر، احتمالاً این اولین مطالعه است که اثر پروبیوتیک بر پارامترهای بافتی فوق در مدل تجویز حاد اتانول، بررسی شده است و بر اساس بررسی نویسنده‌گان هیچ تحقیق مشابهی برای مقایسه نتایج وجود نداشت. اما می‌توان تأثیر پروبیوتیک‌ها بر عوارض جانبی اتانول که به طور غیرمستقیم منجر به تغییرات بافتی در مغز شده را مورد تحلیل قرار داد.

پروبیوتیک‌ها از بسیاری از اثرات مضر پیری (و عوامل محیطی) مانند کاهش سطح انتقال‌دهنده عصبی، التهاب مزمن، استرس اکسیداتیو و آپوپتوز جلوگیری می‌کنند [۱۶]. پروبیوتیک‌ها استرس اکسیداتیو را در جوندگان تغذیه شده با الکل کاهش می‌دهند. یک احتمال این است که این اثرات ممکن است تا حدی به دلیل کاهش بیان CYP2E1 باشد، نتایج مطالعه دیگری نشان داد که این یافته ممکن است، نتیجه اصلاح دیس بیوز روده ناشی از الکل (و استرس اکسیداتیو) باشد، همان‌طور که برای پروبیوتیک‌ها و *LactobacillusGG* نشان داده شده است [۱۷].

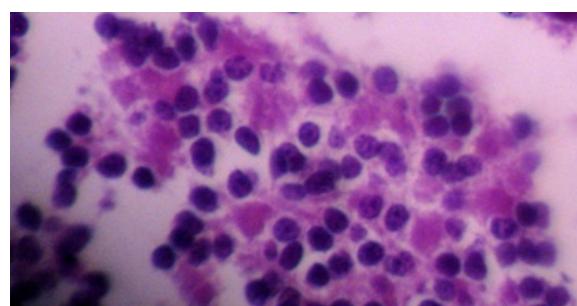
علاوه بر این اثرات پیشگیری‌کننده عمومی،

سلول‌های نورونی به حالت چروکیده مثلثی‌شکل با هسته پیکنوزه که پولاریته مرکزی خود را در سیتوپلاسم سلولی از دست دادند (شکل ۱ و ۲) قابل رویت بود.

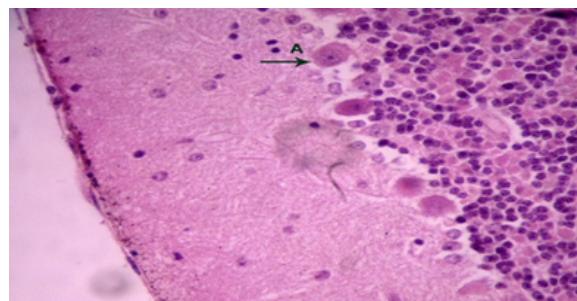


شکل (۲) سلول‌های ایسکمیک به نکروز می‌افتد. ادم واژوژیک مشهود است و با پیکان (بزرگنمایی ۴۰×) نشان داده شد. تورم شدید هیدرواستیک در حاشیه بطن‌های مغز قابل مشاهده است (بزرگنمایی ۲۰×).

به دنبال گسترش آسیب بافت عصبی، تجمع سلول‌های گلیالی از دیگر یافته‌های پاتولوژیک بود که نشانگر آسیب شدید بافت عصبی تحت تأثیر اتانول به همراه بود (شکل ۳). در گروه دریافت‌کننده اتانول به همراه پروبیوتیک، تغییرات در مقایسه با گروه دریافت‌کننده اتانول خالص حدود ۱۵ الی ۲۵ درصد کاهش یافته و گروه‌های سالم و تنها دریافت‌کننده ماده پروبیوتیک از یک الگوی سالم بافتی برخوردار بودند (شکل ۴).



شکل (۳) در گروه اتانول‌پروبیوتیک، تغییرات حدود ۲۰٪ نسبت به گروه اتانول کاهش یافته



شکل (۴) نمای میکروسکوپی از بافت مغز گروه اتانول‌پروبیوتیک. رنگ آمیزی هماتوکسیلین/انوزین و بزرگنمایی ۴۰×.

## بحث

هدف از این مطالعه، تعیین اثر مصرف مکمل غذایی پروبیوتیک بر آسیب ایجاد شده ناشی از اتانول در ماده سفید و خاکستری مغز موش‌های صحرایی نر نژاد

گیرنده‌های چسبندگی، مکانیسم‌های دیگر اثر ضد بیماری‌زایی پروبیوتیک‌ها هستند [۲۴]. پیشنهاد می‌شود اثر مصرف مکمل غذایی سویه‌های ارزشمند دیگر پروبیوتیک بر آسیب مغز ناشی از اتانول نیز بررسی شود. همچنین اثر مصرف ترکیب پروبیوتیک و پری‌بیوتیک بر مسمومیت مغزی ناشی از اتانول، مورد مطالعه قرار گیرد و مدل‌های دیگر مسمومیت مغزی مطالعه شود. محدودیت‌های تحقیق حاضر، عمدتاً مربوط به در دسترس نبودن پروبیوتیک‌های مورد مطالعه بود. همچنین به علت محدودیت زمانی در استفاده از امکانات آزمایشگاهی، تنها مدل مسمومیت حاد ناشی از اتانول مورد بررسی قرار گرفت.

### نتیجه‌گیری

نتایج این مطالعه نشان داد که، اتانول تزریق شده حاد می‌تواند باعث تغییرات پاتولوژیک قابل مشاهده در بافت مغز شود که از جمله آنها ادم واژوژنیک همراه با اتساع شدید فضای ویرشوابین، ادم هیدروستاتیک ناشی از تورم بافت عصبی و انسداد مسیر جریان مایع مغزی-نخاعی در بطن‌های مغزی، کروماتولیز مرکزی و آسیب ایسکمیک نورونی به دنبال اختلال در خونرسانی و تجمع سلول‌های گلیالی است. مکمل پروبیوتیک می‌تواند، آسیب بافتی ناشی از اتانول در نواحی قشری و نیز زیرقشری مجاور بطن‌های مغزی را جبران کند. به نظر می‌رسد که پروبیوتیک اثرات پیشگیرانه خود را در برابر سمتی‌الکل از طریق مسیرهای بیوشیمیایی و تغییرات میکرو‌فلور روده که منجر به بهبود بافت مغز می‌شود، اعمال می‌کند.

نکات بالینی و کاربردی در طب انتظامی: استعمال اتانول موجب آسیب ماده سفید و خاکستری مغز می‌شود و لازم است کنترل‌هایی در برابر سوء مصرف آن اعمال گردد. مصرف مکمل غذایی پروبیوتیک در افراد تحت نظر یا کنترل که به هر دلیل دچار سوء مصرف اتانول شده‌اند، می‌تواند اثر جبرانی و کاهنده‌ای بر آسیب ماده سفید و خاکستری ناشی از آن در مغز داشته باشد.

تشکر و قدردانی: محققان این تحقیق از شرکت تکنزن زیست به خاطر در اختیار قرار دادن پروبیوتیک در این تحقیق، تشکر می‌کنند.

تعارض منافع: بدین وسیله نویسنده‌گان مقاله تصریح می‌نمایند که هیچ‌گونه تعارض منافعی در قبال مطالعه حاضر وجود ندارد.

سهم نویسنده‌گان: نویسنده اول، جمع‌آوری داده؛ نویسنده دوم، طراحی مطالعه؛ نویسنده سوم، ارائه ایده؛ نویسنده چهارم، تجزیه و تحلیل داده‌ها؛ نویسنده پنجم، طراحی مطالعه؛ همه نویسنده‌گان در نگارش اولیه مقاله و بازنگری آن سهیم بوده و همه با تأیید نهایی مقاله حاضر، مسئولیت دقت و صحت مطالب مندرج در آن را می‌پذیرند.

پروبیوتیک‌ها می‌توانند الکل را توسط سلاح‌های متابولیکی سم‌زدایی کنند. به عنوان مثال، *Lactobacillus Rhamnosus GG* می‌تواند استالدئید را به استات متابولیزه کند. در نهایت، با کاهش باکتری‌های کامنسال تولید کننده استالدئید و متابولیسم استالدئید، پروبیوتیک‌ها ممکن است سطح استالدئید روده بزرگ را کاهش دهند [۱۸]. الکل توسط مجموعه‌ای از واکنش‌های اکسیداسیون برگشت‌پذیر اتانول سم‌زدایی می‌شود که با اکسیداسیون متابولیزه و به استالدئید توسط الکل دهیدروژناز، *CYP2E1* و کاتالاز آغاز می‌شود. همه این واکنش‌های متابولیکی ممکن است توسط پروبیوتیک‌ها تنظیم شوند [۱۹].

از طرف دیگر نشان داده شده که *Plantaricin A* (*Lactobacillus plantarum* *PlnA*، ساخته شده توسط *Lactobacillus plantarum* به عنوان فرمون پیتیدی با فعالیت ضدیکروبی، بیان ژن *VEGFA* را طی ۲۴ ساعت پس از خراشیدن افزایش داد. این مکانیسم احتمالی است که می‌توان در مورد افزایش اثر ترمیم بافتی پروبیوتیک در نظر گرفت، اما هیچ اطیمانی وجود ندارد که این مکانیسم برای مدل اتانول حاد قابل تعمیم باشد [۲۰]. میکرو‌فلور اسکن روده و باکتری‌های مواد غذایی، مخزن اصلی اندوتوكسین‌ها است. اساساً، اپیتیلیوم روده به عنوان یک مانع مداوم برای جلوگیری از نفوذ عناصر مجراء عمل می‌کند، اما برخی از عوامل درون زا یا برونزا ممکن است عملکرد سد روده را تغییر دهند. این نشتشی روده که با افزایش نفوذ پذیری به چندین نشانگر یا کاهش مقاومت به ترانسپیتیلیال ارزیابی می‌شود، هم در انسان و هم در حیوانات پس از مصرف الکل مشاهده شده است [۲۱].

از طرف دیگر، استالدئید ممکن است در روده بزرگ تولید شود، زیرا اتانول به راحتی از خون به لومن روده بزرگ منتقل می‌شود و برخی از گونه‌های باکتریایی میکرو‌فلورا می‌توانند اتانول را متابولیزه کنند [۲۲]. مصرف اتانول حاد و متوسط مانع اپیتیلیال را از طریق اکسیداسیون اتانول به استالدھید توسط میکرو‌فلور روده بزرگ و فعال شدن سلول‌های ماست سل تغییر می‌دهد. چنین تغییراتی که برای مدت طولانی‌تری باقی می‌مانند، می‌تواند منجر به عبور بیش از حد اندوتوكسین شود. نهایتاً این سوموم می‌توانند با تحریک واکنش التهابی ناشی از شیفت دادن ماکروفاژهای مقیم مغز یا میکروگلیاهای از حالت کنترل کننده التهاب (M2) به حالت التهابی (M1) و ترشح سیتوکاینی‌های پیش‌التهابی از این سلول‌ها، باعث تحریب بافت مغزی شوند. پروبیوتیک می‌تواند اثر معکوسی را در قبال این سلول‌ها ایفا کند [۲۳].

آناتاگونیسم مستقیم ممکن است توسط عوامل ضد باکتری تولید شده و توسط ارگانیسم‌های پروبیوتیک ترشح شود و بر روی باکتری‌های بیماری‌زای روده‌ای تکثیرشده ناشی از مصرف الکل، مؤثر است. رقابت برای دستیابی به مواد مغذی، تحریک اینمی و رقابت برای

دانشگاه آزاد اسلامی اراک پشتیبانی شد.

## Reference:

1. Airaodion AI, Ngwogu AC, Ekenjoku JA, Ngwogu KO. Hepatoprotective potency of ethanolic extract of *Garcinia kola* (Heckel) seed against acute ethanol-induced oxidative stress in Wistar rats. *Int Res J Gastroenterol Hepatol.* 2020;3(2):1-10. [https://www.researchgate.net/publication/339051789\\_Hepatoprotective\\_Potency\\_of\\_Ethanolic\\_Extract\\_of\\_Garcinia\\_kola\\_Heckel\\_Seed\\_against\\_Acute\\_Ethanol-Induced\\_Oxidative\\_Stress\\_in\\_Wistar\\_Rats](https://www.researchgate.net/publication/339051789_Hepatoprotective_Potency_of_Ethanolic_Extract_of_Garcinia_kola_Heckel_Seed_against_Acute_Ethanol-Induced_Oxidative_Stress_in_Wistar_Rats)
2. Savage P, Horlock C, Stott B, Stebbing J. Enhanced sensitivity of lymphoid cells to ethanol ADH acetaldehyde toxicity; Implications for GDEPT and adoptive T cell therapy. *CPPM.* 2018;16(2):118-23. <https://doi.org/10.2174/1875692116666180703151538>
3. Wang R, Zeng X, Liu B, Yi R, Zhou X, Mu J, Zhao X. Prophylactic effect of *Lactobacillus plantarum* KSFY06 on HCl/ethanol-induced gastric injury in mice. *Food funct.* 2020;11(3):2679-92. <https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2020/fo/c9fo02474c>
4. Heidarzadeh F, Shahrabadi M, Rostami S, Pazoki M, Abbasi H, Hosseiniara SM, Hosseiniara S. Rapid and Accurate Diagnosis of Substance Abuse: A Narrative Review. *J Police Med.* 2022;11(1). <https://doi.org/10.30505/11.1.7>
5. Dukay B, Walter FR, Vigh JP, Barabási B, Hajdu P, Balassa T, Migh E, Kincses A, Hoyk Z, Szögi T, Borbély E. Neuroinflammatory processes are augmented in mice overexpressing human heat-shock protein B1 following ethanol-induced brain injury. *J Neuroinflammation.* 2021(1):1-24. <https://doi.org/10.1186/s12974-020-02070-2>
6. Tizabi Y, Getachew B, Collins MA. Ethanol neurotoxicity. *Handbook Neurotox.* 2021;1-23.
7. Dudek I, Hajduga D, Sieńko C, Maani A, Sitarz E, Sitarz Met al. Alcohol-Induced Neuropathy in Chronic Alcoholism: Causes, Pathophysiology, Diagnosis, and Treatment Options. *Curr Pathobiol Rep.* 2020;87-97. <https://doi.org/10.1007/s40139-020-00214-w>
8. Hammoud N, Jimenez-Shahed J. Chronic neurologic effects of alcohol. *Clin Liver Dis.* 2019;23(1):141-55. <https://doi.org/10.1016/j.cld.2018.09.010>
9. Westfall S, Lomis N, Kahouli I, Dia SY, Singh SP, Prakash S. Microbiome, probiotics and neurodegenerative diseases: deciphering the gut brain axis. *Cell Mol Life Sci.* 2017;74(20):3769-87. <https://doi.org/10.1007/s00018-017-2550-9>
10. Zavareh AH, Khani RH, Pakpour B, Soheili M, Salami M. Probiotic treatment differentially affects the behavioral and electrophysiological aspects in ethanol exposed animals. *Iran J Basic Med Sci.* 2020;23(6):776. <https://doi.org/10.22038%2Fijbms.2020.41685.9846>
11. Hadidi-Zavareh AH, Hajikhani R, Pakpour B, Salami M. Effect of probiotic supplementation on behavioral and electrophysiological aspects of memory and learning in ethanol exposed animals. *KAUMS (FEYZ).* 2020;24(1):1-9. [Persian]. [http://feyz.kaums.ac.ir/browse.php?a\\_id=3909&sid=1&slc\\_lang=en](http://feyz.kaums.ac.ir/browse.php?a_id=3909&sid=1&slc_lang=en)
12. Parhizgar N, Azadyekta M, Zabihi R. Effect of probiotic supplementation on depression and anxiety. *Complement Med J.* 2021;11(2):166-79. [Persian]. [http://cmja.arakmu.ac.ir/browse.php?a\\_id=807&sid=1&slc\\_lang=en&html=1](http://cmja.arakmu.ac.ir/browse.php?a_id=807&sid=1&slc_lang=en&html=1)
13. Warner DR, Warner JB, Hardesty JE, Song YL, King TN, Kang JX, Chen CY, Xie S, Yuan F, Prodhan MA, Ma X. Decreased ω-6: ω-3 PUFA ratio attenuates ethanol-induced alterations in intestinal homeostasis, microbiota, and liver injury. *J lipid Res.* 2019;60(12):2034-49. <http://dx.doi.org/10.1194/jlr.RA119000200>
14. Xu G, Li C, Parsiola AL, Li J, McCarter KD, Shi Ret al. Dose-dependent influences of ethanol on ischemic stroke: role of inflammation. *Front cell Neurosci.* 2019;13:6. <https://doi.org/10.3389%2Ffncel.2019.00006>
15. Abrahao KP, Salinas AG, Lovinger DM. Alcohol and the brain: neuronal molecular targets, synapses, and circuits. *Neuron.* 2017;96(6):1223-38. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2017.10.032>
16. El-Sayyad HI. Future impact of probiotic therapy of metabolic disorder. *J. Pharma. Rep.* 2017;2:133. <https://www.longdom.org/open-access/future-impact-of-probiotic-therapy-of-metabolic-disorder.pdf>
17. Forsyth CB, Voigt RM, Keshavarzian A. Intestinal CYP2E1: A mediator of alcohol-induced gut leakiness. *Redox Biol.* 2014;3:40-6. <https://doi.org/10.1016/j.redox.2014.10.002>
18. Li YT, Xu H, Ye JZ, Wu WR, Shi D, Fang DQet al. Efficacy of *Lactobacillus rhamnosus* GG in treatment of acute pediatric diarrhea: A systematic review with meta-analysis. *World J gastroenterol.* 2019;25(33):4999. <https://doi.org/10.3748%2Fwjjg.v25.i33.4999>
19. Tsai YS, Lin SW, Chen YL, Chen CC. Effect of probiotics *Lactobacillus paracasei* GKS6, *L. Plantarum* GKM3, and *L. rhamnosus* GKLC1 on alleviating alcohol-induced alcoholic liver disease in a mouse model. *Nutrition Res Pract.* 2020;14(4):299-308. <https://doi.org/10.4162%2Fnrp.2020.14.4.299>
20. Calasso M, Di Cagno R, De Angelis M, Campanella D, Minervini F, Gobbetti M. Effects of the peptide pheromone plantaricin A and cocultivation with *Lactobacillus sanfranciscensis* DPPMA174 on the exoproteome and the adhesion capacity of *Lactobacillus Plantarum* DC400. *Appl Environ. Microbiol.* 2013;79(8):2657-69. <https://doi.org/10.1128%2FAEM.03625-12>

21. Leclercq S, Stärkel P, Delzenne NM, de Timary P. The gut microbiota: a new target in the management of alcohol dependence? *Alcohol*. 2019;74:105-11. <https://doi.org/10.1016/j.alcohol.2018.03.005>
  22. Lee E, Lee JE. Impact of drinking alcohol on gut microbiota: Recent perspectives on ethanol and alcoholic beverage. *Curr. Opin Food Sci.* 2021;37:91-7. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2020.10.001>
  23. Abdelhamid M, Zhou C, Ohno K, Kuhara T, Taslima F, Abdullah M et al. Michikawa M. Probiotic *Bifidobacterium breve* Prevents Memory Impairment Through the Reduction of Both Amyloid- $\beta$  Production and Microglia Activation in APP Knock-In Mouse. *J Alz Dis*. 2021;1-7. <https://doi.org/10.3233/jad-215025>
  24. La Fata G, Weber P, Mohajeri MH. Probiotics and the gut immune system: indirect regulation. *Probiotics Antimicrob Proteins*. 2018;10(1):11-21. <https://doi.org/10.1007/s12602-017-9322-6>