



УДК 616.12-008.331.1-001.34057:577.118

В. А. Капустник, Н. К. Сухонос

## РОЛЬ ЗМІН БІОЕЛЕМЕНТНОГО ГОМЕОСТАЗУ У ХВОРИХ ІЗ ВІБРАЦІЙНОЮ ХВОРОБОЮ У ПОЄДНАННІ З ГІПЕРТОНІЧНОЮ ХВОРОБОЮ

Харківський національний медичний університет, Харків, Україна

УДК 616.12-008.331.1-001.34057:577.118

В. А. Капустник, Н. К. Сухонос

### РОЛЬ ИЗМЕНЕНИЙ БИОЭЛЕМЕНТНОГО ГОМЕОСТАЗА У БОЛЬНЫХ ВИБРАЦИОННОЙ БОЛЕЗНЬЮ В СОЧЕТАНИИ С ГИПЕРТОНИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНЬЮ

*Харьковский национальный медицинский университет, Харьков, Украина*

Работа посвящена изучению содержания макро- и микроэлементов (Ca, Mg, Cu, Fe, Zn) в сыворотке крови у больных вибрационной болезнью при отсутствии и наличии сопутствующей гипертонической болезни. Выявлены изменения минерального состава у обследованных больных, которые усиливаются по мере прогрессирования вибрационной болезни. Наибольшие изменения отмечались в основной группе наблюдения, у больных с сочетанной патологией.

**Ключевые слова:** вибрационная болезнь, гипертоническая болезнь, кальций, магний, медь, железо, цинк.

UDC 616.12-008.331.1-001.34057:577.118

V. A. Kapustnik, N. K. Sukhonos

### THE ROLE OF BIOELEMENTAL HOMEOSTASIS CHANGES IN PATIENTS SUFFERING FROM VIBRATION DISEASE COMBINED WITH HYPERTENSION DISEASE

*The Kharkov National Medical University, Kharkov, Ukraine*

One of the leading role in the professional pathology belongs to vibration disease (VD) at which the development of vascular and peripheral nervous system, musculoskeletal system, vestibular analyzer affection syndromes is possible. VD according to its frequency takes the second place among the peripheral nervous system diseases (after dust pathology of respiratory apparatus) among the workers of Ukrainian main industries. According to the data of numerous researches cardiovascular pathology is the leading comorbidous state with professionally stipulated diseases. In the structure of accompanying cardiovascular diseases the hypertension disease (HD) is prevailed. Though, the bioelemental homeostasis which the patients with vibration disease in accordance with hypertension disease have, has been still poorly studied.

**Aim.** The research of the dynamics of minor and major mineral composition in blood serum with VD and HD patients.

**Materials and methods of the research.** It was included 107 patients with the vibration disease diagnosis of local vibration of the I and II stages, aged 41–66 (average age  $54 \pm 6,17$ ). Among them 60 patients had VD with HDII (the main group), and 47 patients had isolated VD (comparison group). The content of minor and major mineral elements (calcium, magnesium, zinc, copper, iron) was determined by atomic absorption method with a spectrophotometer "Saturn-4" (Russia).

**Results and their discussion.** It was detected the statistically important increase in Ca ( $p < 0,001$ ) in the comparison group as compared with the following group and also the accumulation of this figure at VD progressing. It's also detected statistically important increase in Ca ( $p < 0,001$ ) in the main group compared to the comparison and following groups. The level of Mg was statistically authentic ( $p < 0,001$ ) increasing in the comparison group compared to the following group. The level of Mg was increasing on VD progressing. Statistically authentic increase of Mg ( $p < 0,001$ ) in accordance with combined HD is evidently adaptation reaction aimed at the prevention of vasospastic reactions. It was also detected statistically important ( $p < 0,001$ ) increase of Zn connected with VD progressing. We also detected statistically authentic increase of Fe in the group with accompanied HD. In the course of the research it was detected a slight increase of Cu in blood serum with the patients with isolated VD. The content increase of Cu in blood serum can be also connected with the abnormality of transport protein synthesis in the liver against the background of vibration stipulated pathology of liver. The authentic increase of Cu in the main group was observed. Despite the fact that changes of biometals had multidirectional character, with the pathophysiological point of view these abnormalities can be determined as "syndrome of combined imbalance of biometals".



**Conclusions.** The content of biometals in examined patients' blood plasma in all groups was reliably higher than in the control group. The most significant differences were in the blood of patients suffering from vibration disease with hypertension disease and they were increasing with pathology severity. The increase in the content of biometals in examined patients of all groups indicates the existence of common links in abnormalities of vascular tone regulation in VD and HD patients and indicates the active collaboration of examined minor mineral elements in these processes.

**Key words:** vibration disease, hypertension disease, calcium, magnesium, copper, iron, zinc.

Одне з провідних місць у професійній патології відводиться вібраційній хворобі (ВХ), при якій можливий розвиток синдромів ураження судинної та периферичної нервової систем, опорно-рухового апарату, а також вестибулярного аналізатора. Вона посідає друге місце серед захворювань периферичної нервової системи (після пилової патології органів дихання) серед працівників основних галузей промисловості України [1]. За даними численних досліджень, серцево-судинна патологія є провідним коморбідним станом при професійно зумовлених захворюваннях. У структурі супровідних кардіоваскулярних захворювань переважає гіпертонічна хвороба (ГХ) [2].

Традиційно розвиток ВХ розглядається з позиції адаптації організму до змін навколишнього середовища [3]. Доведено, що вібраційний подразник, який є могутнім хронічним стресором, спричинює складні порушення нейро-refлекторного та нейрогуморального характеру [4]. Різноманітні порушення вегетативної нервової системи можна пояснити порушенням кірково-підкіркових взаємозв'язків, підвищенням тону ретикулярної формації [5]. Відомо, що однією з ланок патогенезу вібраційної патології є дисбаланс біометалів, який призводить до розвитку поліорганної недостатності [6]. Однак залишається маловивченим біоелементний гомеостаз у хворих із ВХ у поєднанні з ГХ.

**Мета** роботи — дослідження динаміки макро- і мікроелементного складу в сироватці крові у хворих із ВХ у поєднанні з ГХ.

### Матеріали та методи дослідження

Клінічною базою для проведення досліджень був науково-дослідний інститут гігієни праці та професійних захворювань Харківського національного медичного університету. У дослідження були включені 107 хворих із діагнозом ВХ від впливу локальної вібрації I та II ступенів віком від 41 до 66 років (середній вік —  $(54,00 \pm 6,17)$  року). З них у 60 хворих ВХ була поєднана з ГХ II стадії (основна група), а у решти 47 хворих була ізольована ВХ (група порівняння). У свою чергу, кожна група була поділена

на підгрупи за ступенем ВХ. Основну групу поділили на підгрупу із ВХ I ступеня з ГХ II стадії (26 осіб) і другу підгрупу хворих із ВХ II ступеня з ГХ II стадії (34 особи). Група порівняння була поділена на підгрупу з ізольованою ВХ I ступеня (21 особа) та підгрупу з ізольованою ВХ II ступеня (26 осіб). Вміст макро- і мікроелементів (МЕ) — кальцію, магнію, цинку, міді та заліза визначали атомно-абсорбційним методом на спектрофотометрі «Сатурн-4» (Росія) [7]. Статистичний аналіз даних проводили за допомогою комп'ютерного пакета прикладних програм для обробки статистичної інформації Statistica 6.1 (StatSoft, Inc., США). Для порівняння двох нормальних розподілів використовували t-критерій Стьюдента. Якщо хоча б один із розподілів не був нормальним, для порівняння незалежних вибірок застосовували ранговий критерій Манна — Уїтні.

### Результати дослідження та їх обговорення

Активно вивчається внесок порушень обміну есенціальних біометалів у патогенез ВХ. З'явилася нова інформація про взаємозв'язок обміну біометалів із мембранопатологічними порушеннями, особливо з процесами перекисного окиснення ліпідів, деструктуризацією судинної стінки [8]. Таким чином, біометали є важливими каталізаторами обмінних процесів і відіграють значну роль у адаптації організму в нормі та при патології.

В організмі людини Са бере участь у побудові кісткової тканини, у процесах згортання крові, регулюванні водно-сольового обміну, збудливості нервової системи, м'язовому скороченні, дії деяких гормонів. У нашому дослідженні спостерігалось статистично значуще підвищення Са ( $p < 0,001$ ) у групі порівняння щодо групи контролю: група з ізольованою ВХ I ст. — 2,51 ммоль/л МЕ [2,45; 2,54], група з ізольованою ВХ II ст. — 2,86 ммоль/л МЕ [2,78; 2,90], група контролю — 2,41 ммоль/л МЕ [2,34; 2,47], а також зростання даного показника при прогресуванні ВХ. Ці зміни можна пояснити тим, що системний характер ушкодження клітинних мембран при вібраційній патології, у тому чис-



лі в гладком'язових клітинах артерій, може бути основою для підвищення Ca та призводити до розвитку специфічного для ВХ периферичного ангіодистонічного синдрому. Його розвиток, у свою чергу, впливає на судинний тонус, реологічні властивості крові, мікроциркуляцію та регіональний кровотік [9].

Також спостерігалось статистично значуще підвищення Ca ( $p < 0,001$ ) в основній групі щодо групи порівняння та контролю: підгрупа ВХ I ст. ГХ II ст. — 3,09 ммоль/л МЕ [3,01; 3,20], група з ізольованою ВХ I ст. — 2,51 ммоль/л МЕ [2,45; 2,54], група контролю — 2,41 ммоль/л МЕ [2,34; 2,47]; підгрупа ВХ II ст. ГХ II ст. — 3,50 ммоль/л МЕ [3,38; 3,61], група з ізольованою ВХ II ст. — 2,86 ммоль/л МЕ [2,78; 2,90], група контролю — 2,41 ммоль/л МЕ [2,34; 2,47]. Ці зміни зумовлені наростанням вазоспастичних реакцій, які характерні для перебігу ГХ.

Збільшення вмісту Ca в крові в поєднанні зі збільшенням вмісту Mg відображає процеси мобілізації Mg з тканин як кофактора численних ензимних реакцій, необхідних для активації енергетичного та пластичного обміну. Рівень Mg статистично вірогідно ( $p < 0,001$ ) збільшувався в групі порівняння щодо контролю: ВХ I ст. — 1,11 ммоль/л МЕ [1,07; 1,14], ВХ II ст. — 1,39 ммоль/л МЕ [1,33; 1,47], група контролю — 0,86 ммоль/л МЕ [0,81; 0,88], також рівень Mg зростав у міру прогресування ВХ. Отримані результати, ймовірно, зумовлені тим, що посилення процесів ліпідпероксидази з депресією антиоксидантної системи при ВХ супроводжуються системними ураженнями мембран клітин і субклітинних структур, зрушеннями нейрогормональної регуляції за типом ранньої інволютивної перебудови, розладами мікроциркуляції зі зниженням пластичного й енергетичного забезпечення органів і тканин, хронічною гіпоксією. Крім того, зміна концентрації Mg призводить до спазму судин, підвищення їх чутливості до пресорних агентів [10].

Нормальний рівень Mg необхідний для регуляції нервово-м'язової провідності та тону судин. Статистично вірогідне зростання вмісту Mg ( $p < 0,001$ ) залежно від поєднаної ГХ і є, мабуть, захисно-приспосувальною реакцією, спрямованою на запобігання вазоспастичним реакціям: підгрупа ВХ I ст. ГХ II ст. — 1,16 ммоль/л МЕ [1,11; 1,20], група з ізольованою ВХ I ст. — 1,11 ммоль/л МЕ [1,07; 1,14], група контролю — 0,86 ммоль/л МЕ [0,81; 0,88]; підгрупа ВХ II ст. ГХ II ст. — 1,59 ммоль/л МЕ [1,49; 1,70], група з ізольованою ВХ II ст. — 1,39 ммоль/л МЕ [1,33; 1,47], група контролю — 0,86 ммоль/л МЕ [0,81; 0,88].

A от Zn, Fe, Cu виконують біологічну роль каталізаторів хімічних реакцій в організмі, беруть участь у регулюванні життєво необхідних функцій. Вони містяться в тканинах організму в дуже малих кількостях, але мінімальні відхилення їх вмісту від норми спричинюють тяжкі порушення обмінних процесів і, як наслідок, розвиток захворювань.

Нами в ході дослідження також було виявлено статистично значуще ( $p < 0,001$ ) підвищення Zn, пов'язане з прогресуванням ВХ; ВХ I ст. — 19,17 мкмоль/л МЕ [17,06; 20,4], ВХ II ст. — 22,47 мкмоль/л МЕ [21,31; 23,33], група контролю — 17,05 ммоль/л МЕ [15,35; 18,89]. Це, ймовірно, зумовлено надходженням Zn із тканинного «депо» під дією глюкокортикоїдів у відповідь на вібраційний стрес, а також як можливий варіант антиоксидантного захисту [11].

Рівень Fe статистично вірогідно збільшувався ( $p < 0,001$ ) у групі порівняння щодо контрольної групи: підгрупа з ВХ I ст. — 22,9 мкмоль/л МЕ [22,3; 23,8]; підгрупа з ВХ II ст. — 28,5 мкмоль/л МЕ [27,3; 29,7]; контрольна група — 18,8 мкмоль/л МЕ [17,95; 19,5]. Ці зміни можуть свідчити про адекватне посилення функціонування системи мікосомального окиснення на фоні масивного викиду глюкокортикоїдів у відповідь на вібраційний стрес або про компенсуючу роль лімфатичної системи в регуляції міжсистемних взаємозв'язків даного біометалу [12].

Також нами виявлено статистично вірогідне збільшення Fe в групі з супровідною ГХ. У підгрупі хворих із ВХ I ст. ГХ II ст. рівень Fe становив 24,9 мкмоль/л МЕ [24,5; 25,8]; у підгрупі хворих з ізольованою ВХ I ст. — 22,9 мкмоль/л МЕ [22,3; 23,8] і в контрольній групі — 18,8 мкмоль/л МЕ [17,95; 19,5]. У підгрупі хворих із ВХ II ст. ГХ II ст. рівень Fe становив 33,1 мкмоль/л МЕ [24,5; 25,8]; у підгрупі хворих з ізольованою ВХ II ст. — 28,5 мкмоль/л МЕ [27,3; 29,7] і в контрольній групі — 18,8 мкмоль/л МЕ [17,95; 19,5]. Виявлене підвищення рівня Fe, що відіграє велику роль у інтенсифікації процесів перекисного окиснення ліпідів через зниження активності глутатіонпероксидази, є фактором розвитку ГХ та її ускладнень. У цілому підвищений рівень Fe можна розцінювати як обтяжливий фактор у патогенезі ГХ і ВХ.

У ході дослідження виявлено незначне підвищення Cu в плазмі крові у хворих з ізольованою ВХ: у підгрупі з ВХ I ст. — 22,9 мкмоль/л МЕ [18,3; 25,5]; у підгрупі з ВХ II ст. — 24,9 мкмоль/л МЕ [22,7; 26,7]; контрольна група — 18,8 мкмоль/л МЕ [15,5; 21,3]. Спостережуване незначне збільшення вмісту Cu в плазмі крові може бути по-





в'язане з порушеннями в системі мікосомального окиснення печінки. Як відомо, Си може певною мірою впливати на інтенсивність процесів перекисного окиснення ліпідів через утворення супероксиддисмутази. Підвищення вмісту Си в плазмі крові може бути також пов'язане з порушенням синтезу транспортних білків у печінці на фоні вібраційно-зумовленої патології печінки [13].

Нами виявлено статистично вірогідне збільшення Си в основній групі. У підгрупі хворих із ВХ I ст. ГХ II ст. рівень Си становив 28,1 мкмоль/л МЕ [25,1; 30,9]; у підгрупі хворих з ізольованою ВХ I ст. — 22,9 мкмоль/л МЕ [18,3; 25,5] і в контрольній групі — 18,8 мкмоль/л МЕ [15,5; 21,3]. У підгрупі хворих із ВХ II ст. ГХ II ст. рівень Си становив 33,9 мкмоль/л МЕ [31,6; 36,1], у підгрупі хворих з ізольованою ВХ II ст. — 24,9 мкмоль/л МЕ [22,7; 26,7] і в контрольній групі — 18,8 мкмоль/л МЕ [15,5; 21,3]. Підвищення концентрації Си, мабуть, пояснюється тим, що цей біометал берє участь у активації синтезу оксиду азоту — одного з основних регуляторів судинного тону, зниження якого особливо виражене при поєднанні ВХ із ГХ.

Фізіологічне значення макро- та мікроелементів визначається їх участю у структурах і функціях більшості ферментативних систем і процесах, які проходять в організмі, у пластичних процесах і перебудові тканини, у формуванні імунітету, у підтримці кислотно-основного стану та водно-сольового обміну [14]. Концентрація іонів металів у організмі людини знаходиться на певному рівні, порушення якого призводить до різноманітних патологічних станів.

Незважаючи на те, що зміни біометалів мали різноспрямований характер, з патофізіологічної точки зору, ці порушення можна визначити як «синдром комбінованого дисбалансу біометалів» [15].

### Висновки

1. Вміст біометалів у обстежених хворих усіх груп був вірогідно вищим, ніж у контрольній групі. Найбільш значущими відмінностями виявлені в крові хворих із вібраційною хворобою в поєднанні з гіпертонічною, що збільшувалися в міру зростання ступеня тяжкості поєднаної патології.

2. Збільшення вмісту біометалів у обстежених хворих усіх груп свідчить про наявність загальних ланок порушень регуляції судинного тону у хворих із вібраційною та гіпертонічною хворобами, а також про активну участь досліджуваних мікроелементів у цих процесах.

### ЛІТЕРАТУРА

1. *Николенко В. Ю.* Вибрационная болезнь вследствие локальной вибрации / В. Ю. Николенко // Український медичний вісник Therapia. — 2008. — № 1. — С. 22–24.

2. *Rolke R.* Hand-arm vibration syndrome: Clinical characteristics, conventional electrophysiology and quantitative sensory testing / R. Rolke // Clin Neurophysiol. — 2013. — N 7. — P. 1275–1281.

3. *Несина И. А.* Состояние перекисного окисления липидов и антиоксидантной защиты в динамике восстановительной терапии у больных вибрационной болезнью / И. А. Несина, Л. А. Шпагина, Е. Л. Потеряева // Вестник Межрегиональной ассоциации «Здравоохранение Сибири». — 2004. — № 1. — С. 12–15.

4. *Dose-response relationship between hand-transmitted vibration and hand-arm vibration syndrome in a tropical environment / A. T. Su, S. Maeda, J. Fukumoto [et al.]* // Occup Environ Med. — 2013. — N 7. — P. 498–504.

5. *Картапольцева Н. В.* Особенности поражения нервной системы при стрессовом воздействии физических факторов производственной среды / Н. В. Картапольцева, Е. В. Катаманова, Д. В. Русанов // Медицина труда и промышленная экология. — 2007. — № 6. — С. 43–47.

6. *Воргалик П. М.* Изменение гемолимфатических соотношений биометаллов (кальций, магний, медь, железо, цинк) при вибрационных воздействиях и пути их коррекции / П. М. Воргалик, Ю. В. Начаров // Медицина и образование в Сибири. — 2008. — № 3. — С. 23–25.

7. *Золотов Ю. А.* Концентрирование микроэлементов / Ю. А. Золотов. — К.: Наук. думка, 1984. — 283 с.

8. *Микроангиопатии при вибрационной болезни / Т. М. Сухаревская, А. В. Ефремов, Е. Л. Потеряева, Г. И. Непомнящих.* — Новосибирск, 2000. — 124 с.

9. *Quantitative neurosensory findings, symptoms and signs in young vibration exposed workers / L. Gerhardsson, L. Burstrom, M. Hagberg [et al.]* // J. Occup. Med. Toxicol. — 2013. — Vol. 8, N 1. — P. 8–10.

10. *Karadag F.* Trance elements as a component of oxidative stress in COPD / F. Karadag // Respirology. — 2004. — Vol. 9, N 1. — P. 33–37.

11. *Molchanova E.* Zink and nitrate in the ground water and the incidence of type 1 diabetes in Finland for the Spat Study Griup / E. Molchanova // Diabetic Medicine. — 2004. — Vol. 3. — P. 256–261.

12. *Hand-arm vibration syndrome: a common occupational hazard in industrialized countries / C. Heaver, K. S. Goonetilleke, H. Ferguson, S. Shiralkar* // J. Hand. Surg. Eur. Vol. — 2011. — Vol. 36. — P. 54–63.

13. *Ефремов А. В.* Нарушение обмена электролитов и эссенциальных микроэлементов при синдроме длительного сдавления на фоне артериальной гипертензии // А. В. Ефремов. — Новосибирск, 1998. — 123 с.

14. *Дереча Л. М.* Макро- і мікроелементи: сучасні уявлення про їх функціональне значення в теплокровному організмі / Л. М. Дереча, В. В. Мясоєдов // Теоретична та експериментальна медицина. — 2007. — № 4. — С. 21–27.

15. *Increased oxidant activity mediates vascular dysfunction in vibration injury / J. M. Hughes, O. Wirht, K. Krajnak [et al.]* // J. Pharmacol. Exp. Ther. — 2009. — N 1. — P. 23–30.

### REFERENCES

1. *Nikolenko V.Yu.* Vibration disease because of local vibration. *Ukrainskyy medychnyy visnyk* 2008; 1: 22–24.



2. Rolke R. Hand-arm vibration syndrome: Clinical characteristics, conventional electrophysiology and quantitative sensory testing. *Clin Neurophysiol.* 2013; 7: 1275-1281
3. Nesina I.A., Shpagina L.A., Poteryayeva Ye. L. State of lipid peroxidation and antioxidant defence in dynamics of restoration therapy in vibration disease patients. *Vestnik Mezhrregionalnoi organizatsii "Zdravookhranenie Sibiri"*. 2004; 1: 12-15.
4. Su A.T., Maeda S., Fukumoto J., Darus A., Hoe V.C., Miyai N., Isahak M., Takemura S., Bulgiba A., Yoshimasu K., Miyashita K. Dose-response relationship between hand-transmitted vibration and hand-arm vibration syndrome in a tropical environment. *Occup Environ Med.* 2013; 7: 498-504
5. Kartapoltseva N.V., Katamanova Ye.V., Rusanov D.V. Features of defeat of the nervous system in case of stress influence of physical factors of industrial environment. *Meditsina truda i promyshlennaya ecologia* 2007; 6: 43-47.
6. Vorgalik P.M., Nacharov Yu.V. Change of hemolymphatic correlations of biometals (calcium, magnesium, copper, iron, zinc) in case of vibration influences and the way of their correction. *Meditsina i obrazovanie v Sibiri* 2008; 3: 23-25.
7. Zolotov Yu.A. Concentration of microelements. Kyiv, Naukova dumka, 1984. 283 p.
8. Sukharevskaya T.M., Yefremov A.V., Poteryayeva Ye.L., Nepomnyashcikh G.I. Microangiopathies at the vibration disease. Novosibirsk, 2000. 124 p.
9. Gerhardsson L., Burstrom L., Hagberg M., Lundstrom R., Nilsson T. Quantitative neurosensory findings, symptoms and signs in young vibration exposed workers. *J Occup Med Toxicol.* 2013; 8 (1): 8-10.
10. Karadag F. Trance elements as and component of oxidative stress in COPD. *Respirology* 2004; 9 (1): 33-37.
11. Molchanova E. Zink and Nitrate in the ground water and the incidence of type 1 diabetes in Finland for the Spat Study Griup. *Diabetic Medicine* 2004; 3: 256-261.
12. Heaver C., Goonetilleke K. S., Ferguson H., Shiralkar Shiralkar S. Hand-arm vibration syndrome: and common occupational hazard in industrialized countries. *J Hand Surg Eur Vol.* 2011; 36: 54-63.
13. Yefremov A.V. Violation of exchange of electrolytes and essential microelements at syndrome protracted pressing on background of arterial hypertension. 1998. Novosibirsk, 123 p.
14. Derecha L.M., Myasoyedov V.V. Macro- and microelements: modern thoughts about their functional significance in warm-blooded organism. *Teoretychna ta eksperymentalna meditsina* 2007; 4: 21-27.
15. Hughes J.M., Wirht O., Krajnak K., Miller R., Flavahan S., Berkowitz D.E., Welcome D., Flavahan N.A. Increased oxidant activity mediates vascular dysfunction in vibration injury. *J Pharmacol Exp Ther.* 2009; 1: 23-30.

Надійшла 6.06.2013

Передплачуйте  
і читайте



## ОДЕСЬКИЙ МЕДИЧНИЙ ЖУРНАЛ

Передплата приймається у будь-якому передплатному пункті

Передплатний індекс 48717

У випусках журналу:

- ◆ Теорія і експеримент
- ◆ Клінічна практика
- ◆ Профілактика, реабілітація, валеологія
- ◆ Новітні технології
- ◆ Огляди, рецензії, дискусії

